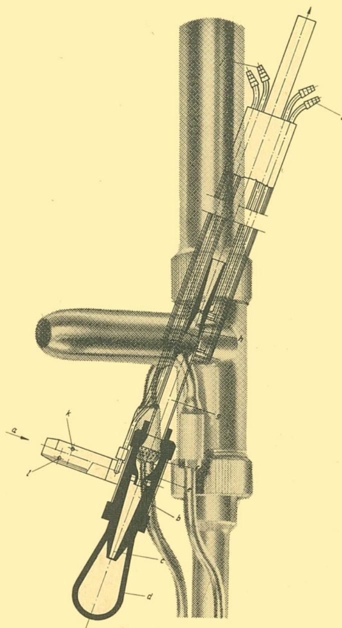
AUTOMATIZÁLÁS

KG TMTI

E számunk tartalmából:

Környezetvédelmi méréstechnika

Felszíni vízkezelési technológia ivóvíz előállítására



1977
1

AUTOMATIZÁLÁS

X. ÉVFOLYAM 1. SZÁM

1977. JANUÁR

KOHÓ- ÉS GÉPIPARI TUDOMÁNYOS
MŰSZAKI TÁJÉKOZTATÓ INTÉZET
MŰSZAKI INFORMÁCIÓS OSZTÁLYÁNAK
SZAKFOLYÓIRATA

Szerkesztőség: 1051 Budapest, Arany János u. 24.
Telefon: 317-549

Eng. III/SZI/110/SZI/1976

Megjelenik havonként. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesitőknél, a Posta hirlapüzleteiben és a Posta Központi Hirlap Irodánál (KHI, 1900 Budapest, József nádor tér 1.) közvetlenül vagy csekkbefizetési lapon a KHI 215-96162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési dij: 1 évre 360,-Ft, fél évre 180,-Ft. Készült a KGTMTI Nyomda Főosztályán. Felelős vezető: Haraszti Győző. Müszaki szerkesztő: Novák Ferenc. A rajzokat készitette: Radvánszky Erika. Formátum: A4. Táskaszám: 76.622 Index: 25.114

HU ISSN 0133-1620

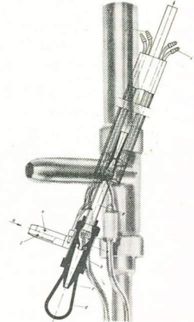
Tartalom

Inhalt

Contents

Содержание

CÍMKÉPÜNK



A környezetszennyeződés elleni védekezés hazánkban is égető kérdés. A szennyezések származási forrásai igen sokrétűek. A címképen ábrázolt ciklonszonda a füstgázokkal távozó vagy a levegőben lévő por és egyéb szennyező anyagok mennyiségének mérésére alkalmas.

FROM THE CONTENTS

Environmental protection is the protection of human beings. The man may have conflict with his environment in his two qualities: as a „natural being" or as a „social being". The basic duty of the environmental policy is to find such production methods, which are not harmful for the environment. Therefore there is an essential difference between the socialist and capitalist countries in their environmental protection policy. Notwithstanding these differences, only a powerful international cooperation may conclude an effective long range result. The environmental protection needs also special legal regulations. In the socialist society the worthy human environment is a public law, which is declared through the Hungarian statute too.

Sponsored through the Ministry for Metallurgy and Machine Industry, two university chairs has built on the Budapest Technical University a water handling technological system. The scientists of these two chairs have developed a complex monitoring system for technological handling of surface waters. The aim of building such a working model was to determine the correlation of measured parameters, to optimize the chemical treatment of the waters and to realize a full computer controled system. The first part of the article (authors: T.Cserfalvi, F.Galina, T.Meisel, E.Pungor, K.Seybold) deals with the experimental waterworks and its functioning, mainly in measuring-technical respect, and summarizes the analytic methods. The second part (authors: T.Cserfalvi, M.Gratzl and G.Veress) deals with the mathematical modeling and controling of the water handling technological system, in theoretical manner.

The need to reduce the air contamination caused through the ever developing industry has introduced the rapid spreading of electric dust separators in our country too. Besides the reviewing of basic working principle of such equipments in broad lines, the aim of this article is to describe the high voltage energy supply and its voltage regulating systems for optimal working conditions of such equipments. The describing of such equipments became actual through the appearing of a high voltage rectifier and voltage regulator of Hungarian development, which may be applicable for increasing the efficiency of dust separators, already working, and there are quite numerous in our country.

To control the keeping of regulations for environmental protection one needs the proper testing methods and means. The determining of dust contamination can be effected with gravimetric dust sampling equipments. With the aid of such equipment one can determine the dust and soot concentration of gases, intruding in the air, as well as the effective greatness of emission. On the base of the sample, one can analyse its chemical substance, or its fraction-analytic characteristic.

In its moving through the dust transporting technological equipments, the granular matter gives his electric charge to the equipment-wall and to the measuring electrodes, placed for measuring purposes in the stream. Applying this physical fact, the authors have made experiments with various kinds of dust transporting equipments to determine the involved electrostatic charges. They found out, that it is possible to construct a simple, cheap measuring system, with good stability, using a purposeful electrode, placed in the stream of the transported material and measuring the originating electrostatic charge.

The authors are dealing with the methods and problems of the measuring technics of the environmental protection. They are dealing also with the measuring problems of this territory and at least they are giving some interesting hints connected with the further development of this field.

ИЗ СОДЕРЖАНИЯ

Защита окружающей среды - защита человека. Человек может вступить в конфликт со своей средой в качестве "пригодного существа" и "общественного существа". Основная задача политики защиты окружающей среды - найти такие производственные методы, которые не оказывают вредного влияния на среду. В этом-то и состоит существенное отличие политики защиты окружающей среды социалистических и капиталистических государств, но вопреки отличиям дальносрочные результаты могут быть достигнуты только в рамках действенного международного сотрудничества. Защита окружающей среды требует и особые юридические правила. В социалистическом обществе граждане имеют право на достойную человека окружающую среду. Это право декларируется в новом венгерском законе.

Первая часть статьи /авторы: Черфальви Тамаш, Галина Ференц, Меисел Тибор, Пунгор Эрне, Сейбольд Карой/ занимается описанием опытной установки и её работы, в первую очередь с точки зрения применяемых методов измерений, обобщая применяемые аналитические методы. Во второй части /авторы: Черфальви Тамаш, Грацл Миклош, Вереш Габор/ рассматривается математическое моделирование и принцип автоматизированного управления опытной технологической установки для очистки воды.

Стремление к сокращению загрязнения атмосферы, вызванного развитием промышленности, принесло широкое распространение в ВНР электрических пылеотделителей. Наряду с описанием принципа работы этих устройств в общих чертаъ, в статье рассматриваются и высоковольтное электроснабжение и регуляторы напряжения, обеспечивающие оптимальный режим устройств. Особенно актуально описание последних, так как в ВНР был разработан новый стабилизатор и регулятор напряжения, с применением которого к.п.д. уже действующих электрических пылеотделителей может быть повыщен. В Венгрии можно найти уже немало примеров применения этих регуляторов.

Для контроля соблюдения приказов относительно защиты окружающей среды необходимы соответствующие методы и средства.

Гравиметрические приборы для отбора образца пыли служат для контроля пылевых загрязнений, с помощью которых определяется концентрация пыли, изгари и колоти в газе, подающем в атмосферу, а также и величина эмиссии. На основе образца анализируется химический состав и ћарциально-аналитическая характеристика загрязняющих материалов.

Частицы пыли передают электрический заряд при их взаимном сталкивании во время прохождения через технологическое оборудование для отсасывания пыли, а также и при столкновении со стенками оборудования и с датчиком, расположенным в потоке пыли. Воспользовавшись этим физическим фактом авторы статьи проводили опыты на каждом типе пылеотсасывающих устройств на основе метода измерения электростатического заряда. Было установлено, что такая измерительная система простая, дешевая и устойчивая, если датчик измерения электростатического заряда расположен в установке подходящим образом.

Авторы статьи занимаются методами, проблемами и достигнутыми результатами развивающейся измерительной техники защиты окружающей среды. Рассматриваются проблемы норм в этой области и в заключений излагаются важнейшие или интереснейшие по мнению авторов установления в связи с развитием области.

Dr. SZAKÁTS KÁLMÁN
(KGM)

ÉRDEKÜTKÖZÉSEK A KÖRNYEZETVÉDELEMBEN

A környezetvédelem nem más, mint az ember védelme. Az ember környezetével két minőségben kerülhet összeütközésbe: mint „természeti lény" és mint „társadalmi lény". A környezetvédelmi politika alapvető feladata, hogy olyan termelési módszereket találjon, amelyek nem károsítják a környezetet. Ezért lényeges különbség van a szocialista és a kapitalista környezetvédelmi politika között. E különbségek ellenére csak hathatós nemzetközi együttműködés hozhat hosszútávú eredményeket. A környezetvédelem különös jogi szabályozást is igényel. A szocialista társadalomban az emberhez méltó környezet is állampolgári jog, amint azt a vonatkozó új magyar törvény is deklarálja.

ETO: 502.55:351.777

Az emberiség többezeréves fejlődése során, az ember egyre sokrétűbb feladatai szükségessé tették a munka megosztását, ennek eredményeképpen már nemcsak saját közvetlen szükségleteire termelt, hanem azért is, hogy a feleslegből mások által előállított olyan termékeket is megszerezhessen, amelyekkel ő maga nem rendelkezett.

A közvetlen, természetes szükségletek kielégítését meghaladó emberi termelő tevékenységgel létrejött az ellentét az ember és természeti környezete között. „A munka mindenekelőtt olyan folyamat, amelyben az ember saját tettével közvetíti, szabályozza és ellenőrzi a természettel való anyagcseréjét. A természeti anyaggal szemben az ember maga is mint természeti hatalom lép fel... hat a rajta kívül álló természetre és megváltoztatja azt, egyúttal megváltoztatja saját természetét." [1]

A tudományok és a technika állandó fejlődése, különösen pedig napjaink tudományos-technikai forradalma minőségi változást eredményeztek az ember és környezete viszonyában. A természet csak bizonyos korlátok között képes elviselni a megterheléseket, az emberi szervezet is csak bizonyos határig tűri a mérgező anyagokat, az egészségtelen, káros környezetet. Az ember csak korlátozott mértékben ingathatja meg a természet egyensúlyát anélkül, hogy az egész rendszer összeomlását ne okozná. [2]

Annak érdekében, hogy helytálljon és sikeresen tevékenykedjék környezetében, sőt, hogy e környezetben és környezete által meg ne semmisüljön, a lehető legpontosabban kell ismernie a tudatától függetlenül létező – objektív – valóságot.

Az emberi környezet – amelynek az ember maga is integráns része – az embert körülvevő objektív valóság: a föld, víz, levegő, az állat- és növényvilág, a táj a maga természetes állapotában, valamint az ember által létrehozott javak, létesítmények, települések. A környezet tehát nemcsak az embert körülvevő érintetlen természet, hanem az ember által átalakított és átalakítandó természet is, ide értve az ember által alkotott műveket, tárgyakat is.

A környezetvédelem szükségessége

Környezeti ártalmaknak tekintjük mindazokat a hatásokat, amelyek a környezetet közvetlenül vagy közvetve, az ember létérdekei szempontjából károsan befolyásolják, illetőleg megváltoztatják. Az ezekkel a hatásokkal szemben való céltudatos védekezés a környezetvédelem. Lényegét tekintve tehát a környezetvédelem nem más, mint az ember védelme. Ennek alapján a környezetvédelem három dolgot jelent.

1. a környezet védelme az ember pusztításával szemben;
2. az ember és – az ember édekében – az állatok és növények védelme az elpusztított környezettel szemben; [3]
3. a természeti folyamatok káros következményeinek elhárítása, illetőleg a folyamatok lehetséges irányítása.

A környezetvédelem nemcsak a természetes folyamatok zavartalan lefolyását kell, hogy biztosítsa, hanem legalább olyan fontos a természeti folyamatokba való céltudatos, tevékeny beavatkozás annak érdekében, hogy e folyamatok és következményeik ne eredményezhessék az emberiség kipusztulását, vagyis a tudományok eredményeinek felhasználásával biztosítanunk kell az emberiség fennmaradását a lehető legkedvezőbb feltételek között. Az emberi szempontból kívánatos környezet kialakítása, illetőleg biztosítása nemcsak az ökológiai egyensúly fenntartását, a természeti erőforrások gazdaságos kihasználását, vala-

mint az egészségre veszélyt jelentő erők ellenőrzését jelenti, hanem azt is, hogy az ember környezetét biológiai, szellemi és lelki igényeinek legmegfelelőbben átalakíthassa. Az ember nem csupán fennmarad környezetében, de tudatos tevékenységével átalakítja azt és általa maga is átalakul. Az ember és környezetének kölcsönhatása folytán mindkettő átalakul és a természeti törvények keretein belül fejlődik. [4] A környezetvédelem célja és feladata, hogy a természeti törvények egyre alaposabb megismerésével és felhasználásával a társadalom gazdasági lehetőségein belül biztosítsa az emberi környezet harmonikus fejlődését – mint fennmaradásának egyetlen lehetőségét.

Az eddigiekből is kitűnik, hogy az ember nemcsak mint biológiai (természeti), hanem mint társadalmi lény is része környezetének, vagyis a társadalom is elválaszthatatlan az objektív valóságtól. Az emberi társadalom a természeti erők ellen folytatott küzdelemből bontakozott ki, az emberi közösség védelme, a természet legyőzése érdekében.

Az emberi környezet megóvása, fejlesztése és átalakítása az egész emberiség érdeke, a megvalósítás azonban a társadalom feladata. Véleményünk szerint itt gyökereznek a környezetvédelem alapvető ellentmondásai és érdekösszeütközései.

Érdekütközések

Az ember környezetével két minőségben kerülhet összeütközésbe, éspedig mint „természeti lény" és mint „társadalmi lény".

Mint „természeti lény" a környezet, az őt körülvevő valóság része. Ebben a minőségben – ha magasabb szinten is – de a többi élőlényhez hasonlóan csak a természet részeként igyekszik megtalálni helyét a természetben, környezetében és egyéni érdekeitől vezérelve, ösztönei alapján törekszik önmaga fenntartására. Az ember azonban egyidejűleg „társadalmi lény" is, és mint ilyen a társadalom tagjaként többé-kevésbé a társadalom érdekeinek alávetve biztosítja létét – társadalmi és természeti – környezetében.

Az ember e kettős természete jellemzi alapvetően környezetéhez való viszonyát, azonban mint „társadalmi lény" természeti adottságait csak a társadalomban bontakoztathatja ki. Igy az emberi magatartás, mint társadalmi tevékenység jelentkezik. Tehát a környezetvédelem – funkcionálisan tekintve – nem más, mint társadalmi tevékenység.

A termelőeszközök köztulajdona a szocialista termelési viszonyok között – az objektív fejlődési tendenciákat tekintve – megszünteti az egyén elidegenedését a társadalomban és egyben a társadalom elidegenedését a természettől. Az ember mint „társadalmi lény" kibontakoztathatja a természetes hajlamait, tulajdonságait, egyéni – osztály – érdekei nincsenek kibékíthetetlen ellentétben más társadalmi osztályok érdekeivel, de nem is kerül ilyen ellentétbe a társadalom vagy természet törvényszerűségeivel. A szocialista társadalom osztályainak és rétegeinek alapvető érdekei azonosak és a fejlődéssel részérdekeik is egyre közelebb kerülnek egymáshoz. Ebben meghatározó szerepe van a termelési eszközök szocialista tulajdonának és az ezen alapuló tervgazdálkodásnak.

Természetesen a szocialista országokban sem érdekellentét nélküli a megoldás kialakítása, az ellentét jellege azonban minőségileg más: itt két össztársadalmi érdek ütközhet egymással, a termelés és az életszínvonal rendszeres növelése, valamint a környezet védelme. E két össztársadalmi érdek összhangját az átgondolt környezetpolitika biztosítja".[5]

Környezetvédelmi politika

A környezetvédelmi politikában is – mint általában a politikában – a társadalmi fejlődés gazdasági követelményei nyernek megfogalmazást. E gazdasági követelmények alapvetően eltérőek a termelőeszközök magántulajdonán és köztulajdonán alapuló társadalmi rendszerekben.

A környezetvédelmi politika feladata, hogy az adott társadalom gazdasági teherviselő képességéből kiindulva meghatározza a környezetvédelmi célokat és feladatokat, összhangban a – meghatározott technikai-technológiai szintű – termeléshez fűződő társadalmi érdekekkel és elősegítse azok megvalósítását. A célokat, feladatokat úgy kell meghatározni, hogy azok megvalósíthatók legyenek, vagyis a termeléshez és az egészséges környezethez fűződő érdekeknek összhangban kell lenniök. Ha ezek az érdekek nem összeegyeztethetőek, akkor eredményes, tényleges környezetvédelemről nem beszélhetünk.

A hathatós környezetvédelmi politika kialakításához kiemelkedően fontos az alábbiak vizsgálata:

- a környezet globális és regionális változásainak prognózisa a természeti törvények és az emberi tevékenység hatására;
- ésszerű módszerek kidolgozása a természeti kincsek megőrzésére és felhasználására;
- az emberi tevékenység atmoszférára gyakorolt hatásának tanulmányozása;
- „ökológiailag tiszta", környezetkímélő technológiák kidolgozása;
- a természeti kincsek felhasználása és az emberi tevékenység környezetre gyakorolt hatása kritériumrendszerének kidolgozása;

– a természet igénybevehetőségét szabályozó egységes jogi normarendszer kidolgozása;
– a bioszféra és egyes rendszerei alakulásának irányíthatósága. [6]

Hathatós környezetvédelem tehát csak úgy lehetséges, ha a természeti és társadalmi törvények ismeretében összhangot tudunk teremteni az ember és az ember környezete között. Ezért nem az az alapvető feladat, hogy a termeléshez és egészséges környezethez fűződő érdekeket rangsoroljuk és különböző megfontolások alapján az egyiknek vagy a másiknak „elsőbbséget" biztosítsunk, hanem az, hogy a termelés módja és módszere olyan legyen, hogy az ne károsítsa környezetünket. Természetesen – időlegesen – a tudományok és a technika fejlettségétől függően felmerül a kompromisszum szükségessége is, azonban a fejlődés tendenciája az, hogy a termelés és általában az emberi tevékenység egyre inkább összhangba kerül a környezetével és a konfliktusok nagysága, mélysége és gyakorisága egyre csökken. A tudomány és a technika fejlődése azonban nem szükségképpen jelenti a konfliktusok megszűnését, mert mint a termelés, úgy a környezetvédelem is társadalmi tevékenység.

A kapitalista és szocialista környezetvédelmi politikának a tulajdonviszonyokból fakadó alapvető különbsége abból adódik, hogy a kapitalizmusban lényegében az egyes üzemek, mint szennyezők teherbíróképességét kell számításba venni, ezzel szemben a szocializmusban az egész társadalom gazdasági teherbíróképessége határozza meg a környezetvédelmi tevékenységet. Ezért a szocializmusban a környezet védelme az egész társadalom közös ügye, [7] melyet a rendelkezésre álló pénzügyi, gazdasági, tudományos és technikai lehetőségei alapján, tervszerűen, lépésről-lépésre old meg. [8] A környezetvédelmi feladatok meghatározása és azok végrehajtása elsősorban az állam feladata. Az állam ezt a feladatát részben közvetlen úton, kötelező – tiltó és parancsoló – rendelkezésekkel (jogszabályokkal), részben közvetetten, az „üzemi elhatározások befolyásával", gazdasági szabályozókkal oldja meg.

A kapitalista országokban az állam a tőke érdekeinek megfelelően határozza meg a környezetvédelmi politikát; a szubvenciók és a büntetések olyan rendszerét alakítja ki, amelyben a környezetvédelmi fejlesztések, kutatások költségeit és a kockázatokat a társadalom viseli, ugyanakkor ezek haszna a tőkét illeti meg, a büntetések, bírságok, adók pedig az árakba lesznek beépítve. Döntő az, hogy a profit biztosításának költségeit a társadalom viseli. [9] Az állam tevékenysége elsősorban arra irányul, hogy a környezetvédelem jelentős magán és közületi (állami) megrendelések alapján újabb profitszerzési lehetőség lehessen. A környezetvédelmi előírások elsősorban a tőkés magántulajdon, nem pedig a környezet védelmét szolgálják, hiszen a kapitalista viszonyok között elsőbbséget élvez az elsősorban gazdaságilag értelmezett fejlődési szabadság. [10] Az állam környezetvédelmi tevékenysége ezért valójában csak ott érvényesül, ahol nem ütközik a magántulajdon korlátaiba, és ha van is adminisztratív hatalma ahhoz, hogy a környezetvédelmi előírásokat kikényszerítse, számolnia kell az ipar (tőke) gazdasági hatalmával is, amely esetenként meghátrálásra kényszerítheti. [11] Ezért a kapitalista állam környezetpolitikája valójában csak a gazdasági élet perifériáján érvényesülhet és mint ilyen nem képes feloldani azokat az ellentmondásokat, amelyek a hathatós környezetvédelem akadályai.

A szocialista országokban a környezetvédelmi politikát szintén érdekek irányítják, azonban nem a tőkés, hanem az össztársadalmi érdekek határozzák meg. A termelőeszközök társadalmi tulajdona, a népgazdaság állami irányítása és a szocialista tervgazdálkodás alapján biztosítható a gazdasági fejlődés és a környezetvédelem harmóniája. A környezetvédelem a termelési-gazdasági tevékenység szerves része, épp úgy, mint a munkavédelem vagy a munkaegészségügy. [12]

A termelőeszközök társadalmi tulajdona egyrészt lehetővé teszi, hogy az állam a környezetvédelmi politikát az egész társadalom gazdasági teherbíróképességének alapulvételével határozza meg, másrészt kizárja annak lehetőségét, hogy az egyéni, csoport vagy szűk osztályérdekek az össztársadalmi érdek rovására érvényesülhessenek.

A legmegalapozottabb és legkörültekintőbb környezetvédelmi politika sem lehet eredményes nemzetközi együttműködés nélkül. A természeti környezet megóvása a szennyezések megengedett mértéke, stb. nem köthető országhatárokhoz, mert az ártalmak a föld egész lakosságát érintik. Gondoljunk csak a nyílt tengereken keletkező olajfilmekre, vagy arra, hogy a Ruhr-vidék légszennyezése még Svédországban is kimutatható, [13] vagy arra, hogy a Csehszlovákiából és Ausztriából Magyarországra érkező vizek már jelentősen szennyezettek és a károkozó anyagok koncentrációja az utóbbi években jelentősen növekedett. [14] Minden országnak joga van ahhoz, hogy más ország lakossága által okozott környezeti szennyezések a lehető legkisebb mértékben károsítsák, illetőleg, hogy veszélyes szennyezettség esetén számíthasson mások segítségére. A nemzetközi kapcsolatok egyre nagyobb kiterjedése lehetővé teszi a környezetvédelmi együttműködés egyre kedvezőbb feltételeit is. Ennek során fokozott figyelmet kell fordítani arra, hogy egyik ország se szennyezze – a megengedett mértéken túl – a másik rovására a talajt, a vizeket, a levegőt és az élővilágot.

Környezetvédelmi jog

Nem vonható kétségbe, hogy az ökológiai „diagnózis" megállapítása és „terápia" kidolgozása elsősorban a természettudományok és ezen belül a műszaki tudományok feladata. Nyilvánvaló azonban az is, hogy ezek a tudományok hatóerejüket a társadalomtudományokon keresztül fejthetik ki. [15] A társadalomtudományok között is ebből a szempontból kiemelkedő helyet foglal el a jogtudomány, illetőleg a tételes jog.

A környezetvédelmi jog sajátos helyet foglal el a jogrendszeren belül. Eltekintve attól, hogy ez a jogterület a jogrendszeren belül még csak kialakulóban van, a környezetvédelem – mint a szabályozás tárgya – is különös jogi szabályozást igényel. Bonyolítja a helyzetet, hogy a környezet mint védett, vagy védendő jogi tárgy szinte minden előzmény nélkül jelent meg, hiszen a legutóbbi évekig környezetünket, ezen belül a természetet úgy fogtuk fel, mint olyan adottságot, amelyet szükségleteink szerint használhatunk anélkül, hogy ezért bármit is adnánk cserébe.

A szocialista államokban a termelés – melynek szerves része a környezetvédelem – a termelőeszközök társadalmi tulajdonán alapul. A társadalmi tulajdonban való részesedés joga pedig a kizsákmányolástól mentes szocialista társadalomban az állampolgárok alapjoga. Ebből következően a szocialista társadalomban az emberhez méltó környezet is állampolgári jog, amint ezt a Magyar Népköztársaságban az Alkotmány alapján az emberi környezet védelméről szóló 1976. évi II. törvény deklarálja.

A szocialista jogrendszerekben a környezetvédelmi jog alapvetően az államjog körébe tartozik. A szocialista jogrendszerekben feloldódik az az érdekütközés, amely a kapitalista jogot jellemzi. Ott ugyanis a magántulajdonhoz való jog alapjog, ezzel szemben az ember egészséges környezethez való joga csak ott érvényesülhet, ahol ez nem ütközik a magántulajdon alkotmányos garanciáiba.

IRODALOM

[1] K.MARX: A Tőke (Szikra kiadás, Bp. 1955.) 170.p.
[2] WARD,B. – DÜBOS,R.: Csak egyetlen Föld van. Egy kicsiny bolygó karbantartási gondjai. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Bp. 1975. 365. p.
[3] KIMMINICH, O.: Das Recht des Umweltschutzes. Goldmann Verlag, München. 1972. 12. p.
[4] WARD, B. – DÜBOS, R.: Csak egyetlen Föld van. (id. mű) 28. p.
[5] BONDOR J.: Az emberi környezet védelméről szóló 1976. évi II. törvény főbb vonásai és a tanácsok feladatai. Állam és Igazgatás. 1976. Nr.5., 386.p.
[6] HOZIN, C.S.: V saschtschity planetü, Moskau, 1974. Isdat. Suanic, 16.p.
[7] Globale Probleme der modernen Zivilisation. Wissenschaftliches Symposium, Prag, 1973, Wien, 1974. II.Bd., 8.p.
[8] Probleme der sozialistischen Landeskultur und des Schutzes der Umwelt. Konferenz, Berlin, Sept. 1972. 4.p.
[9] Probleme des Friedens, der Sicherheit und der Zusammenarbeit. Beiträge aus West- und Osteuropa, Stefan Doernberg, Köln, 1975. 75. p.
[10] DORAN, Ch. – HINZ, M. – MAYER – TASEK, P.C.: Umweltschutzpolitik des peripheren Eingriffs, Wassermann Verlag, Darmstadt-Neuwied, 1974. 21.p.
[11] KILÉNYI, G.: Polgárjogi eszközök a környezetvédelem szolgálatában. Jogtud.Közl. 1976. Nr.6. 289.p.
[12] BONDOR J.: Az emberi környezet védelméről szóló 1976. évi II. törvény főbb vonásai és a tanácsok feladatai. Állam és Igazgatás, 1976. Nr.5., 386.p.
[13] SZITA J.: Az összeurópai gazdasági együttműködés távlatai. Kossuth Kiadó, Bp. 1975. 272.p.
[14] HÖHMANN – SEIDENSTECHER – VAJNA: Umweltschutz und ökonomisches System in Osteuropa, Kohlhammer Verlag, Stuttgart, 1973. 143.p.
[15] DORAN Ch. – HINZ M. – MAYER – TASEK P.C.: Umweltschutzpolitik des peripheren Eingriffs, Wassermann Verlag, Darmstadt-Neuwied, 1974. 14.p.

KGST kollokvium a levegő tisztaságvédelméről

A KGST Környezetvédelmi Tanácsa 1976. november 23–26. között „Automatizált rendszerek gáztisztítási folyamatok és berendezések tervezéséhez és irányításához" címmel levegőtisztaság-védelmi kollokviumot rendezett. A Kollokviumon az MNK, NDK, LNK, SZU delegációi vettek részt. A rendező szervezet a NIIOGAZ (Ipari és Egészségügyi Gáztisztítási Állami Tudományos Kutatóintézet) volt. Az elhangzott előadások a matematikai módszerek illetve a számítástechnika alkalmazásának lehetőségét vizsgálták az alábbi problémakörökben:

– a gáztisztítási folyamatok matematikai modellezése,
– a tudományos kutatás automatizált rendszerei a gáztisztítás területén,
– automatizált rendszerek alkalmazása:
  - (gáztisztítási) technológiai folyamatok irányításában,
  - (gáztisztító berendezések) tervezésénél,
  - a termelés irányításában.

Az előadások többsége matematikai modelleket ajánlott a különböző folyamatokhoz. Felmerültek a matematikai modellezés nehézségei a különböző folyamatok leírására. Többen foglalkoztak az elektrosztatikus porleválasztók (elektrofilterek) problémáival, néhányan pedig az abszorpció alkalmazásával többkomponensű véggázok tisztításánál. Az előadások kiemelték a számítástechnika alkalmazását a kutató, tervezési és üzemeltetési feladatokban.

(B.I.)

CSERFALVI TAMÁS – GALINA FERENC – GRATZL MIKLÓS – MEISEL TIBOR – PUNGOR ERNŐ – SEYBOLD KÁROLY – VERESS GÁBOR
(BME Ált. és Anal. Kémia Tsz., BME Kémiai Technológia Tsz.)

FELSZÍNI VÍZKEZELÉSI TECHNOLÓGIA AUTOMATIKUS IRÁNYÍTÁSA

A Kohó- és Gépipari Minisztérium által támogatott munkák eredményeként a Budapesti Műszaki Egyetem Általános és Analitikai Kémia Tanszéka, valamint az Általános Kémiai Technológiai Tanszék közreműködésével a Budapesti Műszaki Egyetem D-épületében elkészült egy félüzemi vízkezelési technológiai rendszer.
A két tanszék szakembereiből álló kutató csoport a felszíni vizek kezelési technológiájának követésére alkalmas komplex monitorrendszert épített. A félüzemi kísérleti berendezés létesítésének célja az volt, hogy segítségével a mért paraméterek korrelációját megállapíthassák, a víz kémiai kezelését optimalizálni tudják és végül az eljárás teljes számítógépes irányítását megvalósítsák. A cikk első része (szerzői: Cserfalvi Tamás, Galina Ferenc, Meisel Tibor, Pungor Ernő, Seybold Károly) a kísérleti vízművet és működését ismerteti, elsősorban méréstechnikai szempontból és összefoglalja az alkalmazott analitikai módszereket. A cikk második része (szerzői: Cserfalvi Tamás, Gratzl Miklós, Veress Gábor) a félüzemi vízkezelési technológiai rendszer matematikai modellezésével és irányításának elvével foglalkozik.

ETO: 628.34:543.08:519.68

I. Kísérleti berendezés és monitorrendszer*

Az irodalomban számos közlemény található, amelyek a vízművek analitikai és szabályozási problémáival mind általánosságban, mind egyes részleteket illetően foglalkoznak. [1–8] Ez a tény a felszíni vízkezelési technológia monitorizálásának, szabályozásának újabban nagymértékben fellépő reális igényét tükrözi.

A szerzők hazai és külföldi konferenciákon is ismertették már korábbi eredményeiket, melyek az automatikus adatgyűjtő rendszer kialakítására vonatkoztak [9, 10] és amelyek alapján néhány, a vízkezelés technológiájának javítását szolgáló javaslatot tettek a Szolnoki Városi Vízmű számára.

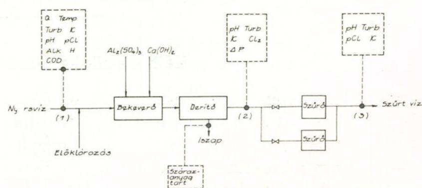
A kísérleti berendezés kialakításának szempontjai egy olyan komplex folyamatnál, mint a vízkezelési technológia, az analitikai mérőrendszer kialakításához számos kérdést kell megvizsgálni. Véleményünk szerint ezek közül a legfontosabbak:

1. Melyek azok a nyers- és kezelt-víz paraméterek, amelyek mérése szükséges?
2. Melyek változását szükséges folyamatosan követni?
3. Reprezentatív adatok nyerése céljából hogyan kell a szenzorok elhelyezését megválasztani?
4. Mely paraméterek mérendők minden kiválasztott mintavételi pontban?
5. Milyen gyakorisággal történjen az egyes adatok gyűjtése?
6. Mikor elegendő egy kiválasztott paraméter értékének határátlépését jeleznünk csak?

A monitorrendszer és félüzemi kísérleti berendezés tervezésénél és megépítésénél az alábbi feladatokat kell megoldani:

– a kiválasztott paraméterek szakaszos, ill. folyamatos módon történő mérése,
– az adatgyüjtő berendezés megépítése,
– az adatfeldolgozás és a rendszer identifikálása,
– a szabályozó algoritmus megalkotása,
– a zárt szabályozási rendszer létrehozása.

A Duna nyersvizét felhasználó félüzemi berendezés vázlatos rajzát az 1. ábrán mutatjuk be.



1. ábra: Felszíni víz kezelésének modellezésére épített félüzemi berendezés blokkvázlata és ellenőrzési pontjai.

A kísérleti berendezés főbb jellemzői, általános részei:

a/ a vízkezelési technológia négy fő lépésre bontható: előklórozásra, alumínium-szulfátos kezelésen alapuló koagulálásra, derítésre és szűrésre. Az előklórozásra nátrium-hipokloritot vagy klóros vizet használunk, állítható lökethosszú dugattyús szivattyúval táplálva azt a rendszerbe.

*A VI. Környezetvédelmi Szimpoziumon (1976. ápr. Bécs) elhangzott előadás módosított változata.

b/ A derítő 3 m^3 térfogatú, hengeralakú, lebegő iszapfelhős függőleges, átfolyó típusú. A benne elhelyezett harang állítható és ezzel lehetőség van a kialakuló iszapfelhő magasságának és sűrűségének szabályozására. Az összegyűlt iszapot folyamatosan eltávolítottuk a derítő aljából egy csigaszivattyú segítségével, és további vizsgálatoknak vetettük alá.

c/ Két homokágyas szűrőt alkalmaztunk, a szűrő felett kialakult nyomástól függően váltva üzemeltettük azokat, a nem aktív ciklusban a szűrőt ellenáramban vezetett vízzel regeneráltuk.

A folyamat ellenőrzésére három mintavételi helyet alakítottunk ki. Az elsőnél mértük a belépő víz kémiai és fizikai paramétereit. A derítő után elhelyezett mintavételi helyen nyert adatok segítségével tanulmányoztuk a derítő működését, a szűrő után elhelyezett harmadik mérőhelyről kapott adatok szolgáltak a tisztított víz jellemzésére.

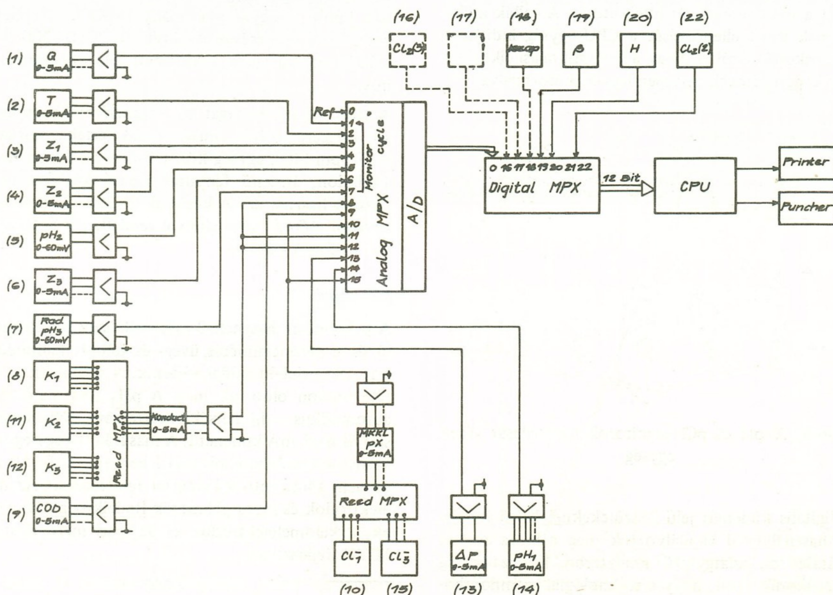
Az első mintavételi helyen mértük folyamatosan a belépő víz mennyiségét (Q) m^3/ó-ban, illetve adott idő alatti összmennyiségét. A felszíni vízkezelésre vonatkozó irodalmi adatok [1–5, 10, 11] szerint a nyers víz legfontosabb mérendő tulajdonságai a következők: zavarosság, hőmérséklet lúgosság (pufferkapacitás), a kémiai oxigén igény és a pH. Több adat nyerésére, ezen a helyen még mértük a víz elektromos vezetőképességét (K), az ionos klorid tartalmát (pCl) és az összes keménységét (H).

A második mérési pontban, a derítő hatékonyságának ellenőrzésére mértük a zavarosságot, valamint a maradó klórtartalmat és a pH-t. Itt helyeztük el a szűrők nyomásérzékelőjét is (Δp). A vegyszerbekeverőbe belépő klór-tartalmat szakaszosan analizáltuk.

A kilépő víz tulajdonságait a harmadik mintavételi helyen analizáltuk. E helyen a zavarosságmérésből vonhatók le a legfontosabb következtetések a teljes rendszer működésére.

A kísérletek első szakaszában a klór, az alumíniumszulfát és a mész adagolása kézi szabályozással történt. A hipoklorit betáplálását a víz áramlási sebessége (mennyisége) és KOI értéke alapján úgy választottuk meg, hogy a második mérőhelyen mért értéke kb. 1 ppm legyen. Az alumíniumszulfát adagolásának intenzitását a rendszeren átfolyó víz térfogatárama és zavarossága alapján szabályoztuk. A mész adagolását a pufferkapacitás és pH mérésére támaszkodva úgy változtattuk, hogy a derített víz pH-ja 6–7 között ingadozzon csak.

A folyamatot felügyelő 15 analóg kimeneti jelű szenzorból és 7 BCD kódú digitális kijelzésű készülékből összeállított adatgyűjtő rendszer vázlatos képe a 2. ábrán látható. Az elektromos vezetőképességmérő és a pCl mérő berendezések kivételével, minden szenzor-

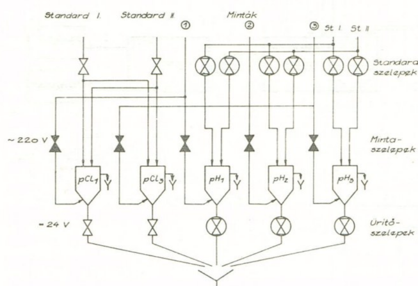


2. ábra: Az adatgyűjtő rendszer vázlatos rajza

hoz egyedi erősítő tartozott, míg az említetteknél három, illetve két készülék volt kapcsolva egy-egy relés multiplexerhez. Ezen analóg multiplexer kimenőjele egy A/D átalakítóra jutott, és a digitalizált információk pedig a digitális multiplexerhez.

A közvetlen digitális bemenetek közül 3 csatornához nem kapcsoltunk analitikai berendezést. Ezek közül a 18-as jelű csatornára az elvett iszap ülepedő anyagtartalmára vonatkozó adatot – melyet közvetlen mérési módszerrel határoztunk meg – vittük be digitális értékbeállítókkal, a másik kettőt tartalékként kezeltük. A digitalizált információk (12 bit) a központi egységbe (CPU) kerültek, ami kezelte az adatokat, továbbá az első hét csatornán jövő paraméterek esetében utasításokat hajtott végre – ha az ezekben jövő adatok a csatornára előre kijelölt alsó és felső értékeket túllépték –, valamint a CPU egység vezérelte az adatok lyukszalagra, illetve sornyomtatóra jutását. Az információk gyüjtésére 20 percenként került sor. Az időpontokat és a mért értékeket, illetve a beavatkozók állását vagy értékeit lyukszalagon, off-line módon juttattuk számítógépre.

Hogy a rendszer identifikációt megvédjük a készülékek nem szabatos működéséből eredő hamis adatoktól, néhány biztosítást alkalmaztunk a mérő rendszerben. A pH és pCl mérések esetében olyan kalibrációs rendszert hoztunk létre (3. ábra), amely standard oldatokkal, szabályozott időközben automatikusan elvégzi a mérőberendezés hitelesítését. A cellák működésének ilyen ellenőrzését a CPU egység indítja, és gondoskodik arról is, hogy a két kalibrálási ciklus között a mért értékek helyesen legyenek korrigálva.



3. ábra: A pH és pCl monitorok kalibrálását végző egység

A digitális kimeneti jelű készülékeknél belső hibajelek használatával akadályoztuk meg a hibás adatok bejutását az adatgyüjtő rendszerbe. Ez az egység gondoskodik arról, hogy a technológiai szempontból legfontosabb méréseket közvetítő első hét csatornán gyors ciklusban, folyamatosan is folyjon ellenőrzés az adatok regisztrálása nélkül, és így a határértéktúllépés figyelésével lényegében az itt lévő szenzorok és telemetriai elemek nagyobb hibáit is jelezni tudja.

A műszerek ismertetése

Analóg kimenetű készülékek

A vízáramlás mérése (Q)

MKKL*gyártmányú, Turboquant készüléket használtunk, melynek szenzora impulzusgyakoriság jelet ad, amelyet egy jelátalakító 0–5 mA egyenáramú jellé alakít. A csőrendszerbe beépített műszer 0–5 m^3/h méréshatárú. Külön gonddal kell ügyelni arra, hogy a durva lebegő szennyezéseket előre eltávolítsuk, ezzel a mérőturbina elakadását elkerüljük.

Hőmérsékletmérés (T)

A bejövő víz hőmérsékletét NiCr–Ni termoelemmel mérjük, víz–jég elegyet használtunk hidegpontként. A mért jelet EMG kompenzációs mérőerősítővel 0–5 mA méréshatárúra alakítottuk át úgy, hogy az érzékenység 5 mA/30 °C volt.

Zavarosságmérés (Z)

A nyers- és derített-víz zavarosságát a jól ismert, felületi szórás elvén működő berendezéssel mértük. Az ilyen elven működő berendezés használatát a zavarosság viszonylagos nagy értéke indokolta. A nefelometriás típusú, magyar gyártmány (MKKL Nephelon) berendezés 3 méréstartományú: 0–20; 0–200 és 0–2000 ppmSiO_2 és a kimeneti jele egységesen 0-5 mA.

A szűrt víz zavarosságát már érzékenyebb berendezéssel célszerű mérni, mivel annak értéke várhatóan 0–5 ppm SiO_2 egység közötti. Erre a célra az MKKL Turbidon, átmenő fényutas típusú kísérleti berendezését használtuk. A készülék 0–2; 0–20 ppm SiO_2 egységű mérési tartománnyal rendelkezik és kimeneti jele 0–5 mA közötti.

pH–mérés

A pH-mérésre használt 3 mérőcella azonos geometriájú és a potenciálmérés üveg- és telített káliumkloridos kalomelelektróddal történik. A jelátalakítást kétféle módon oldottuk meg. A pH_1 jelű mérőerősítő automatikus hőmérsékletkorrekciós (Ni-ellenállással) és 0–5 mA kimenetű. A másik kettő egy-egy szokásos laboratóriumi pH-mérő berendezés 0–60 mV-os nem földelhető kimenettel rendelkezik. Az üvegelektródok és labor pH-mérők Radelkisz gyártmányúak, a kalomelelektródok és az ipari mérőerősítő az MKKL fejlesztései.

*Jelenleg MMG–AM KFI

pCl-mérés

A potenciometriás cellába klorid-ionszelektív és telített káliumkloridos kalomelelektródot, valamint hőmérsékletkompenzáló kört építettünk be. A cellák belső ellenállása lehetővé tette, hogy a szenzorokat közvetlenül a 0–5 mA kimenetet biztosító jelátalakítóhoz kapcsoljuk. Mivel a pCl–elektródoknak a hőmérsékleti koefficiense eltér a pH-mérőkétől, a jelátalakító hőmérsékletkorrekciós áramköre is eltérő.

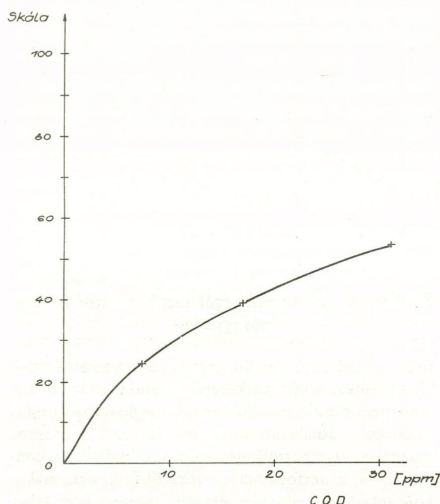
A mérőelektródok Radelkisz, a kalomelelektródok és az ipari mérőerősítők MKKL gyártmányok.

Elektromos vezetőképesség-mérés

Az MKKL váltakozóáramú, kisfrekvenciájú (50 Hz) ipari kivitelű berendezését használtuk (Kondukton). Az elektromos vezetőképesség-mérés könnyen tisztítható három gyűrűelektródos mérőcellában történik. Az elektródokat és az ellenálláshőmérőket egyszerű relés multiplexerrel kapcsoltuk a konduktométerhez, melyek kimeneti jele 0–5 mA közötti értékű. A vezetőképesség méréstartománya 0–1 mS volt.

A kémiai oxigénigény becslése

Az MKKL által gyártott berendezés optikai úton működött. E szerint 254 nm hullámhosszal mértük a fényátbocsátást, melynek értéke a nyers víz teljes szerves széntartalmától függ. A készülék nagy előnye, hogy áteső vízáramot vizsgál, mérőcellát nem kell



4. ábra: A kémiai oxigénigényt mérő berendezés fenollal készített hitelesítő görbéje

használni, ezért a küvetta elszennyeződéséből eredő hibák kiküszöbölődnek. A mért érték nagyságát azonban az áramlás sebessége befolyásolja, továbbá időről-időre szükséges a berendezés hitelesítése nedves kémiai analitikai módszerekkel, pl. bikromátos, vagy permanganátos oxidáción alapuló térfogatos eljárással. A 4. ábrán a készülék kalibrációs görbéje látható fenol-standard alkalmazásával, míg az 5. ábrán a nyers dunavíz desztillált vízzel történő hígítása során kapott összefüggést mutatjuk be. A készülék 0–20 ppm COD értékhatárok között mér és a kijövő jel tartománya 0–5 mA.

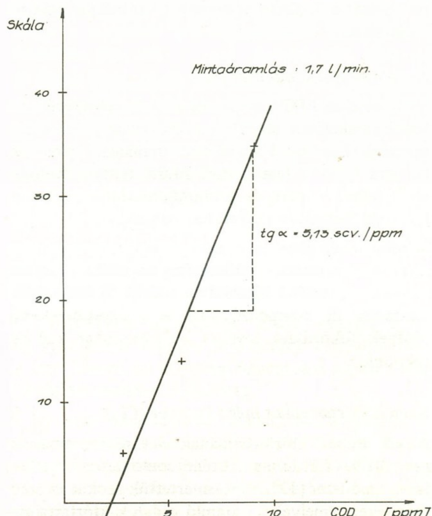
A nyomáskülönbség mérése (Δp)

A szűrők eltömődését ellenőrző nyomásmérésre félvezető híd típusú szenzort használtunk. A HIKI állította elő, nagyérzékenységű, egyszerű berendezés (7mV/100 Torr, hídfeszültség 10 V). A jelátalakítás után 0–5 mA nagyságú kijövő jelet mérhettünk.

Digitális kimeneti jelű berendezések

E címszó alatt azokat a berendezéseket ismertetjük, amelyeket a BME-en folyamatosan áramló rendszerek összetételének mérésére fejlesztettünk ki.

Két alapegységük van. Az egyik egy olyan térfogatáramkeverő rendszer, amely alkalmas arra, hogy a minta és a mérésre alkalmasan megválasztott reagens-



5. ábra: A Duna-víz UV-fotométerrel becsült COD értékének kalibrációs egyenese, a desztillált vízzel történt hígítással

oldat térfogatáramának arányát állandó értéken tartsa és egyben az áramlási sebességet is mérje (6. ábra). Az egyes, kiválasztott tulajdonságú komponensek mérésére pedig megfelelő, elektrokémiai szenzorokat alakítottunk ki, amelyek vagy potenciometriás, vagy voltametriás elven működtek. A primeren nyert elektrokémiai adatokat pedig egy általunk tervezett és épített speciális integrátor-egységgel alakítjuk át [9, 11]. Mint az a 6. ábrán látható, a szenzorok jelei négyszöghullám-formában jelennek meg, a keverő egység programozott keverési és nem-keverési periódusától függően, kisebb vagy nagyobb értékszinten. Az integrátor-egység közvetlenül digitális értékűre alakítja a hullámok szintje közti különbséget, ami végül is kalibráció segítségével hitelesítve, a mért komponens koncentrációjával arányos érték. A berendezés mérési elvéből adódik, hogy az alkalmazott műszerkombináció segítségével az alapvonaleltolódás zavaró hatása kiküszöbölhető. Ilyen módon a következő három berendezésünk működik.

Lugosságmérő monitor (β)

A mérés analitikai elvét svéd szerzők írták le [12]. Speciális összetételű, több gyenge savból álló keverék használatát javasolják, mey a minta teljes lúgosságával (pufferkapacitásával) lineáris pH összefüggést ad állandó keverési arány mellett. Az előbb vázolt méréstechnikai megoldással ezt folyamatos méréssé alakítottuk át. A szenzor kombinált üvegelektród. A mérés jóságát a 7. ábrán bemutatott kalibrációs egyenes bizonyítja.

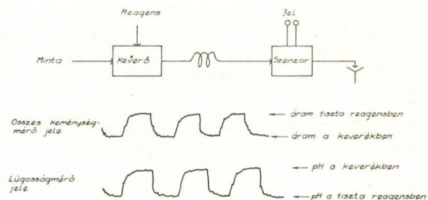
Keménységmérő monitor (H)

Működése az EDTA oldat és a víz keménységét adó ionok reakcióján alapul, melyet követni lehet egy anódnak kapcsolt Hg-elektród áramának mérésével, ha arra 0,05 V feszültséget adunk telített kalomelelektródhoz képest, és ammóniumnitrát-ammóniumhidroxid 9-es pH-jú puffert használunk.

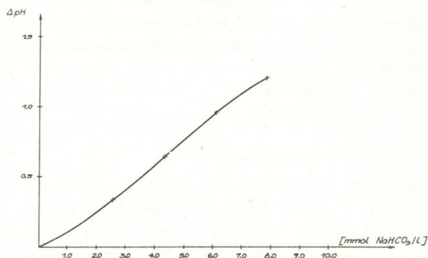
A kalibrációs görbe a 8. ábrán látható. A viszonylag nagy tengelymetszet valószínűleg az EDTA oldatnak a mintával történő hígulásából adódik. E hatás csökkentésére, ill. kompenzálására és a mérés érzékenységének fokozására további kutatómunkát kell végeznünk.

Szabad klórtartalmat mérő monitor (Cl_2)

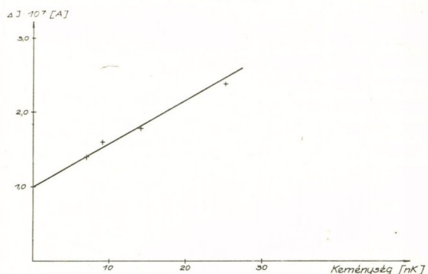
A víz szabad klórtartalmának elektródfolyamatban generált vas (II) ionnal történő coulometriás titrálása ismert módszer [13]. Mi is ismertettük azokat az eredményeket, amelyeket áramló oldatok klórtartalmának coulometriás meghatározási módszerének kidolgozása során értünk el, perisztaltikus pumpával biztosítva az állandó folyadékáramot [10]. Azt tapasztaltuk azonban, hogy a pumpa szállítóteljesítményének ingadozása jelentős hiba forrása, a jel intenzitását ugyanis a klórtartalom és a térfogatáram is befolyásolja. Ezért a már ismertetett térfogatarányt tartani



6. ábra: A térfogatáram-keverővel működő monitorok elvi vázlata

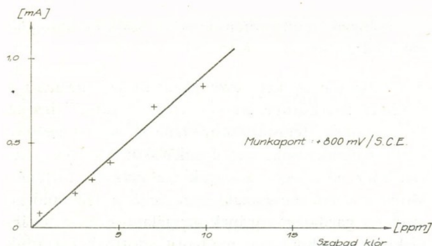


7. ábra: A víz pufferkapacitását mérő monitor hitelesítő görbéje



8. ábra: A víz keménységét mérő monitor kalibrációs egyenese

tudó berendezésünket illesztettük a folyamatos titráló egységhez. A térfogatkeverő kimenő impulzusai közötti periódusidő mindenkor egy meghatározott mintatérfogat áthaladási ideje, így ezt az időtartamot használva az elektrolizáló áram analóg-digitális konverziójára, a térfogatáram értékétől független, csak a koncentrációval arányos digitális kimenő jelet lehet kapni. A 9. ábrán a szabad klórtartalom mérése során nyert kalibrációs egyenest tüntettük fel.



9. ábra: A víz szabad klórtartalmát mérő monitor kalibrációs diagramja

II. A technológiai rendszer matematikai modellezése

Munkánk céljának tekintettük, hogy a vízkezelési technológia számítógépes irányításához alkalmas matematikai modellt írjunk fel. E matematikai modell felírásánál azonban számos probléma felmerül: nem kellően ismert a modellezendő folyamat, nincs kapcsolat a kémiai-transzportelméleti és az irányításelméleti ismeretek között. Kísérletet teszünk ezért a különböző ismeretek rendszerezésére és egy irányítási modell alapjainak lerakására.

A vizsgálandó rendszer körülhatárolása

Az irányítandó vízkezelési technológia rendszer-szemléletű jellemzésével a cikk első részében már részletesen foglalkoztunk.

A vízkezelési folyamat hat egymás után kapcsolt műveleti egységben – az előklórozóban, a vegyszerbekeverőben, a flokkulátorban, a derítőben, a szűrőkben és az utóklórozóban – játszódik le.

Mivel azonban nincs minden műveleti egység között mérés és a folyamatok elhúzódva játszódnak le, a vizsgálandó rendszert irányítási szempontból két egységnek tekintjük. A tágabb értelemben vett derítőnek nevezett egység tartalmazza az előklórozót, a vegyszerbekeverőt, a flokkulátort és a szűkebb vett derítőt, míg a tágabb értelemben vett szűrő a szűkebb értelemben vett szűrőt és az utóklórozót foglalja magába.

A vizsgálat célja

A matematikai modellalkotás kiindulópontja a rendszer vizsgálati céljának meghatározása. Az előző pontban körülhatárolt vízkezelési technológia szűkebb értelemben *kémiai* rendszernek tekinthető a benne lejátszódó kémiai folyamatok miatt, azonban e kémiai folyamatok célja éppen a víznek, mint szolgáltatásnak a biztosítása, így felhasználói oldalról biológiai, vagy ipari *használati érték* rendelhető hozzá. Ezen használati értéket előállító technológiai rendszer végső soron *gazdasági rendszernek* tekinthető, így matematikai modellezés szempontjából működése céljának egy adott időszakra vonatkozó gazdasági értékváltozás, a nyereség maximalizálása tekinthető. Teljes általánosságban a vízkezelési technológia, mint gazdasági rendszer célja tehát:

$$\{\text{a rendszer értékváltozása} + \text{bevételek} - \text{kiadások}\} \rightarrow \max!$$

Az irányítás céljának bármely ezen céllal ekvivalens cél tekinthető, amellyel a modellezés során részletesen foglalkozunk.

A matematikai modellezés nehézségei

A felszíni vizek derítési és oxidációs folyamatai a sokkomponensű heterogén fázisú fizikai és kémiai folyamatok eredőjének tekinthető. A derítőszer (koagulláns) és a lebegő szennyezők között lejátszódó pehelyképződési és növekedési folyamatok kinetikai al alapjainak lefektetése már 1917-ben, Smoluchowski munkájával megkezdődött. [14] A sebességgradiens fogalmának bevezetése után azonban csak a flokkuláció előrehaladás kinetikai rendűségét sikerült megállapítani. [15] A gyakorlati következtetések és kísérleti eredmények kimutatták, hogy a jó derítés alapja a megfelelő sebességgradiensek létrehozása a derítőben. [16, 17]

A derítő matematikai modellezését az ortokinetikus részecskeütközések sebességi egyenleteinek és a méreteloszlási függvények egzakt tárgyalásán keresztül közelítő próbálkozások sem vezettek lényegében hasznosítható eredményekre. [18]

A helyzetet jól jellemzi Szakáll, aki a következőket írja: „Megállapítható, hogy a vízkezelési tudomány jelenlegi szintje szerint az optimális derítőszer adagolási mennyiséget számítás útján nem lehet meghatározni". [19]

Az irányításhoz ugyanakkor modell kell. Mivel pedig a folyamat részletes matematikai modellje ezideig nem ismert, az irányítási feladatokat gyakran analóg fizikai modellel oldják meg.

A folyamat megismerését akadályozza az is, hogy viszonylag kevés a mért információ. Számos fontos, jellemző paraméter (pl. zeta potenciál) folyamatos mérése nem megoldott, a kivitelezhető mérések pedig sokszor igen drágák.

A fenti nehézségek miatt a matematikai modellalkotásnál feltételezésekből kell kiindulni.

A matematikai modellezés során alkalmazott főbb feltételezések

A matematikai modellezés kiindulópontjának a vízkezelésről eddig megjelent főbb ismereteket tekintjük. Mivel azonban ezek az ismeretek messze nem tekinthetők teljesnek a folyamat bonyolultságához viszonyítva, így a modellalkotásnál számos feltételezéssel kell élnünk.

Feltételezzük, hogy a vizsgált rendszer gazdasági rendszer, és mint gazdasági szolgáltató rendszer az irányítás céljának a kimenő víz zavarosságának és kémiai oxigénigényének egy adott szint alatt tartását tekintjük. Ugyanakkor állandónak tekintjük a technológiai berendezések értékét és csak a rendszer üzemeltetését tekintjük vizsgálatunk tárgyának.

A vizsgált folyamatra vonatkozó alapfeltevésünk, hogy a víz az irányítás számítástechnikai feltételeinek megfelelő kellően kevés változóval jellemezhető és a rendszerben két alapvető folyamat, a derítés és az oxidáció játszódik le. Feltesszük továbbá, hogy egy adott munkapont környezetében a derítés és az oxidáció folyamata egymástól függetlennek tekinthető.

Feltesszük, hogy az adott folyamatnál a termikus folyamatok vizsgálata nem szükséges, mert a reakcióhők nem befolyásolják jelentősen a rendszer hőtartalmát, így a folyamatok szempontjából elegendő csak a hőmérséklet figyelembevétele. Feltételezzük továbbá, hogy az iszapelvétel oly módon történik, hogy az nem befolyásolja a rendszer működését.

Kiinduló hipotézisünk, hogy a folyamat jellemzése szempontjából elegendő a víz jellemzése, így feltételezzük, hogy a hidrometeorológiai adatok (vízállás, vízhozam, napsütéses órák, légnyomás stb.) csak a nyers víz összetételének alakulását befolyásolják, azonban a vízkezelés folyamatára nincs közvetlen hatásuk.

Az itt felsorolt feltételezések mellett számos további hipotézist állítunk fel, amelyekkel az adott helyen foglalkozunk. Hipotéziseink természetesen nem bizonyított állítások, ezeket további elméleti és gyakorlati vizsgálatokkal kell igazolni, vagy cáfolni.

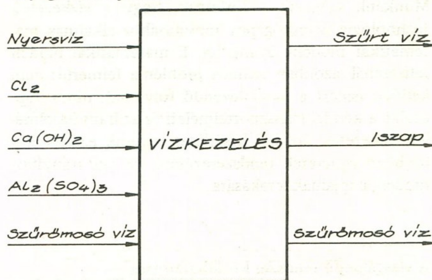
A vízkezelési technológia transzportelméleti jellemzése

A vízkezelési technológia, mint transzportelméleti rendszer

A vizsgált vízkezelési technológiai rendszer transzportelméleti szempontból két, egymással összefüggő részre bontható: egyrészt magára a vízkezelési technológia készülékeire, berendezéseire, másrészt a technológiai rendszerben levő és azokon átáramló anyagokra.

A rendszer ezen két része egyaránt jellemezhető a rendszer és a környezete közötti „mozgással", hiszen beruházáskor, fenntartáskor, fejlesztéskor a technológiai berendezések, míg üzemeléskor a víz és a kezeléséhez szükséges anyagok „áramlása" történik. Mivel a jelen munkának nem célja a technológiai rendszer gazdaságosságának vizsgálata, ezért a továbbiakban a technológiai rendszert adottnak tekintjük és csak a rajta keresztül történő anyagáramlással foglalkozunk.

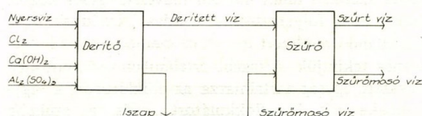
A rendszer transzportelméleti jellemzésénél a rendszer és a környezete közötti energiaáramot jelen vizsgálatunknál elhanyagoljuk, így a „mozgást" az anyagáramlás jelenti.



10. ábra

A rendszer és a környezete közötti alapvető anyagáramok a 10. ábrán láthatók.

A fenti rendszer mind műveleti, mind irányítási szempontból egy kétfokozatú, soros összetett rendszernek tekinthető, ahol a két alrendszer a tágabb értelemben vett derítő és szűrő egység (11. ábra).



11. ábra

A vízkezelési technológiai rendszert végső soron gazdasági rendszernek tekintjük, így a rendszerben lévő és azon átáramló anyagokat, mint közgazdasági értelemben vett „árukat" jellemezzük. Szolgáltató jellegű rendszerről lévén szó, ez alatt természetesen azt értjük, hogy a vizet, mint szolgáltatás során nyújtott árut jellemző alapvető tulajdonságaival kell jellemezni.

A fenti vizsgálati célból következően – első közelítésben – a vizet az alábbi extenzív állapotváltozókkal jellemezzük:

$X_{víz}$ – nem disszociált H_2O mennyisége
X_{OH} – OH^- (vagy ennek megfelelő H^+) ion mennyiség
X_{karb} – CO_3^{2-} ion mennyiség
X_{Ca} – Ca^{2+} ion mennyiség
X_{Al} – Al^{3+} ion mennyiség
X_{Cl} – Cl^- ion mennyiség
X_{ion} – egyéb ion mennyiség
X_{Cl_2} – Cl_2 mennyiség
$X_{góc}$ – nem koagulált $Al(OH)_3$ mennyiség
X_{leb} – lebegő anyag mennyiség
X_{red} – oxidálható anyagok mennyisége
X_{ox} – nem oxidálható egyéb szennyező anyagok mennyisége

A fenti állapotváltozók értelmezése természetesen önkényes, hipotetikus jellegű, feltételezzük, hogy segítségükkel a vízkezelési technológiai rendszer működése jól jellemezhető.

Míg az egyes hatások elhanyagolásával már az előzőekben foglalkoztunk, az alábbiakban indokoljuk a bevezetett állapotváltozók szükségességét. A vizet, mint szolgáltatási árumennyiséget $X_{víz}$, minőségét alapvetően az X_{leb} és X_{red} mennyiség határozza meg (szintén integrális, extenzív mennyiségek). Feltételezésünk szerint ezen két változó mennyiségét alapvetően az X_{Al} és az X_{Cl_2} mennyiség definiálja, míg az $X_{góc}$ mennyiség a derítés folyamatának alapváltozója, és a többi változó a vízkezelési folyamatot befolyásoló egyéb legfontosabb változók.

A fentiek alapján értelmezzük a vizet jellemző, fenti komponensekből álló x állapotváltozót és az r forrástagot és ennek megfelelően az ugyanezen komponensek áramló mennyiségéből képzett u bemenet és y kimenet változókat. (A továbbiakban ahol ez szükséges, a D, S és isz felső index a derítő, a szűrő és az iszap megfelelő változóit jelöli.)

A derítő transzportelméleti modellje

Feltételezésünk szerint a vízkezelési technológia mindkét részrendszerében, a derítőben és a szűrőben alapvetően két – egymással nem szorosan összefüggő – folyamat játszódik le: a derítés és az oxidáció.

A derítőben lejátszódó derítés folyamatának jellemzésénél csak az X_{OH}, $X_{góc}$ és az X_{leb} változók változásával foglalkozunk, feltételezve, hogy a többi állapotváltozó hatása elhanyagolható, illetve, hogy változásuk hatása csak közvetve jellemezhető, vagy jellemzése szükségtelen. A derítés folyamatát transzportelméleti szempontból jellemző, térben integrális, időben differenciális mérlegegyenletek bizonyos egyszerűsítések után tehát az alábbiak:

$$\frac{dX_{OH}}{dt} = u_{OH} + r_{OH}^{CaOH} - y_{OH}$$

$$\frac{dX_{góc}}{dt} = u_{góc} + r_{góc}^{Al} - r_{leb}^{góc} - y_{góc}$$

$$\frac{dX_{leb}^{D}}{dt} = u_{leb}^{D} - y_{leb}^{isz} - y_{leb}^{D}$$

A derítőben lejátszódó oxidációs folyamat jellemzésénél csak az X_{red} változó változásával foglalkozunk, feltételezve, hogy a folyamatot alapvetően ez jellemzi:

$$\frac{dX_{red}}{dt} = u_{red} - r_{ox}^{red} - y_{red}$$

További vizsgálatok tárgya kell legyen a fenti transzportelméleti modell forrástagjainak kinetikai megfontolások alapján történő részletes jellemzése. Feltételezzük természetesen, hogy a bevezetett transzportelméleti állapotváltozók elégségesek a formális kinetikai jellemzéshez.

A szűrő transzportelméleti modellje

Feltételezésünk szerint a derítőhöz hasonlóan a szűrőben is két fő folyamat játszódik le: a derítés és az oxidáció. Eltérés van természetesen egyrészt a folyamatok mértékében, másrészt abban, hogy amíg a derítőben a lebegőanyagok nagyrésze iszapként távozik el, addig a szűrő tulajdonképpen a derítőből átjutott lebegőanyagok „raktáraként" fogható fel.

A derítőhöz hasonlóan a szűrő transzportelméleti jellemzésére formálisan az alábbi mérlegegyenletek írhatók fel:

$$\frac{dX_{góc}}{dt} = u_{góc} + r_{góc}^{Al} - r_{leb}^{góc}$$

$$\frac{dX_{leb}^{S}}{dt} = u_{leb}^{S} + r_{leb}^{góc} - y_{leb}^{S}$$

$$\frac{dX_{red}^{S}}{dt} = u_{red}^{S} - r_{ox}^{red} - y_{red}^{S}$$

A derítő és a szűrő transzportelméleti modelljében lényeges különbség a lebegőanyag mérlegegyenletének tartalmában van. Míg ugyanis a derítő mérlegegyenletében

$$\frac{dX^D_{leb}}{dt} \approx 0, \quad u^D_{leb} + r^{góc}_{leb} \geqslant y^D_{leb} \quad \text{és} \quad y^{isz}_{leb} \geqslant 0,$$

addig a szűrő mérlegegyenletében

$$r^{góc}_{leb} \approx y^S_{leb} \approx 0,$$

ugyanakkor

$$X^S_{leb}(t) \approx X^S_{leb}(t_o) + \int_{t_o}^{t} u^S_{leb}\, d\theta$$

vagyis

$$\frac{dX^S_{leb}}{dt} \geqslant 0.$$

A vízkezelési technológia irányításelméleti jellemzése

Az irányítandó változók kiválasztása

Mint már az előzőekben körvonalaztuk, az irányítás végső célja

$$\max \Delta V(t_o, t_N),$$

vagyis a rendszer gazdasági értékváltozásának maximalizálása. A fenti értékváltozás elvben két részből áll: a technológiai rendszer és az abban áramló anyagi rendszer értékváltozásából, azaz

$$\max \{\Delta V^{techn}(t_o, t_N) + \Delta V^{víz}_u(t_o, t_N)\}$$

Vizsgálatunknál feltételezzük, hogy $\Delta V^{techn} \approx$ konstans és a rendszer működésétől független, vagyis a fenti céllal ekvivalens célnak tekintjük a

$$\max \Delta V^{víz}(t_o, \quad t_N)$$

célt.

További egyszerűsítést jelent, hogy a rendszerben levő anyagok értékváltozása elhanyagolható, így

$$\Delta V^{víz}(t_o, t_N) \approx V^{víz}_y(t_o, t_N) - V^{víz}_u(t_o, t_N)$$

Felírható továbbá, hogy

$$V^{víz}_u \approx v^{nyers}_u \cdot Q + v_{Ca} \cdot U_{Ca} +$$

$$+ v_{Al} \cdot U_{Al} + V_{egyéb}$$

ahol $V_{egyéb}$ költségekről (energia, munkaerő stb.) feltesszük, hogy állandóak, vagyis az üzemmódtól közelítően függetlenek.

$$V^{víz}_y = V^{víz}_y(y^S)$$

függvényről feltesszük, hogy értékét egyrészt az y^* minőségi előírásoknak megfelelő vízmennyiség határozza meg, másrészről minden, a víz minőségét károsan befolyásoló komponensre nézve büntetés értelmezendő, vagyis

$$V^{víz}_y(y^S) = v^{tiszta}_y \cdot Q^{tiszta}(y^*) - \sum_i \gamma_i(y_i, y^*_i),$$

ahol a γ_i a víz minőségét károsan befolyásoló i-edik komponensre vonatkozó büntetésfüggvény, y^*_i a tiszta vízben megengedett koncentráció, y_i a tényleges koncentráció.

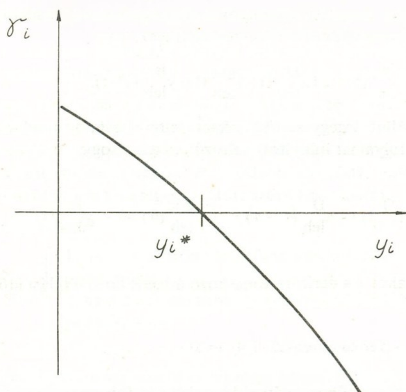
A büntetésfüggvények különböző típusai lehetségesek. Minden esetben fenn kell azonban állni annak, hogy

$$\gamma_i(y^*_i, y^*_i) = 0,$$

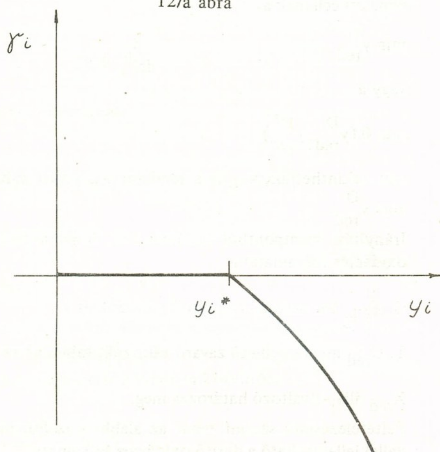
továbbá minden $y_i > y^*_i$ esetén $\gamma_i < 0$ és γ_i monoton csökkenő y_i függvényében. Ha feltehető, hogy az i-edik komponens minden mennyisége káros, akkor célszerűen minden $y_i < y^*_i$ esetén $\gamma_i > 0$ és γ_i monoton nő y_i csökkenésével (12/a ábra). Ha az i-edik komponens mennyisége az előírt y^*_i koncentráció alatt közömbös, akkor minden $y_i < y^*_i$ esetén $\gamma_i \equiv 0$. (12/b ábra).

Rendkívül nehéz olyan matematikailag könnyen kezelhető büntetésfüggvény alakot választani, amely kielégíti ugyanakkor az összes közegészségügyi és gazdaságossági szempontot is. Mint legegyszerűbb eset, az alábbi lineáris büntetésfüggvény javasolható:

$$\gamma_i(y_i, y^*_i) = -\pi_i \cdot (y_i - y^*_i).$$



12/a ábra



12/b ábra

A fenti gondolatmenet alapján a fejezet elején bevezetett irányítási céllal ekvivalens célnak tekinthető a

$$\max \ v_y^{tiszta} \cdot Q^{tiszta} - \sum_i \pi_i (y_i - y_i^*) -$$

$$- v_{Ca} \cdot U_{Ca} - v_{Al} \cdot U_{Al}$$

egyszerűsített cél, vagyis a rendszer működésénél figyelembe kell venni a termelt víz mennyiségét és minőségét befolyásoló tényezőket és a felhasznált $Ca(OH)_2$, valamint $Al_2(SO_4)_3$ mennyiségét.

A fenti célt tovább egyszerűsíthetjük. Ha feltételezhető, hogy a Q^{tiszta} mennyiség egy adott munkapont környezetében független az üzemmódtól, továbbá, hogy a felhasznált vegyszerek értéke közel állandó, vagy a minőségrontásból eredő büntetéshez képest elhanyagolható, akkor a fenti céllal ekvivalens a

$$\min \sum_i \pi_i (y_i - y_i^*)$$

cél, vagyis amikor csak a szennyező anyagok koncentrációját minimalizáljuk.

A gyakorlatban feltehető, hogy adott tartományban változó nyers víz esetén a víz minőségét befolyásoló bizonyos komponensek mennyisége állandónak tekinthető, vagy arányos más komponensekkel, bizonyos komponensek értéke korlátként kezelhető, ugyanakkor a π_{leb} és π_{red} a többi büntetési tényezőhöz képest igen nagy értéket vesz fel, ezért a fenti céllal közel ekvivalens a

$$\min \ \pi_{leb} \cdot (y_{leb} - y_{leb}^*) + \pi_{red} (y_{red} - y_{red}^*)$$

cél.

További egyszerűsítést jelent, hogy feltételezésünk szerint a derítési és az oxidációs folyamatok egymástól közel függetlennek tekinthetők, így a derítési folyamat céljának a

$$\min \pi_{leb} \cdot (y_{leb} - y_{leb}^*),$$

vagy az ezzel ekvivalens

$$\min y_{leb}$$

cél tekinthető, ugyanakkor az oxidációs folyamat céljának pedig a

$$\min \pi_{red} \cdot (y_{red} - y_{red}^*),$$

vagy az ezzel ekvivalens

$$\min y_{red}$$

cél tekinthető.

A fenti gondolatmenetből nyilvánvaló, hogy helyesnek tekinthető az

$$y_{leb} = y_{leb}^*,$$

illetve az

$$y_{red} = y_{red}^*$$

értéktartó irányítás is.

Összefoglalva megállapítható, hogy mind a derítőben, mind a szűrőben a derítési folyamat esetén az irányított változó y_{leb}, míg az oxidációs folyamatnál y_{red}.

Előreláthatóan mindkét, egymástól függetlennek tekintett folyamatnál értéktartó irányítást fogunk meg-

valósítani, és másodlagos célként bevezetjük az előírt y^*_{leb}, ill. y^*_{red} értékek minimális szórással történő tartását.

A derítő derítési folyamata

Mint azt az előző fejezetben részletesen kifejtettük, a derítőben lejátszódó derítési folyamat irányításelméleti céljának vagy a

$$\min y^D_{leb}$$

vagy a

$$\min \varphi\,(y^D_{leb}, y^{D*}_{leb})$$

célt tekintjük.

Az irányítási célból következően a rendszer irányított változója y^D_{leb}.

Kérdés, hogy mely transzportelméleti és mely irányítási változók határozzák meg e változó értékét, vagyis hogyan jellemezhető irányításelméleti szempontból a derítő derítési folyamata.

Irányítási szempontból feltételezzük, hogy a derítő derítési folyamatát a

$$Q, u_{Ca}, u_{Al}, \delta_{tám}, \delta_{kev}, \delta_{isz}$$

beavatkozó (irányító) változók és a

$$T, u_{\beta}, u_{\kappa}, u_{pH}, u_z, u_{Cl^-}$$

megfigyelhető zavaró változók, valamint az

$$X_{OH}, X_{góc}, X^D_{leb}, X_{\Sigma ion}$$

állapotváltozók határozzák meg, ahol $\delta_{tám}$ a támsebességet meghatározó flokkuláló harang magassága, δ_{kev} a keverő fordulatszáma, δ_{isz} az iszapelvétel sebessége.

Feltételezésünk szerint tehát az alábbi közelítő modellel jellemezhető a derítő derítési folyamata:

$$r^{Al}_{góc} = f\,(X_{OH}, U_{Al}, Q, T, \delta_{kev}, t)$$

$$r^{góc}_{leb} = f\,(X_{góc}, X_{ion}, U_{leb}, Q, T, \delta_{isz}, \delta_{tám}, t)$$

$$\frac{dX_{OH}}{dt} = f\,(X_{OH}, X_{ion}, U_{Ca}, U_{Al}, U_{pH}, U_{\beta}, Q, T, t)$$

$$\frac{dX_{ion}}{dt} = f\,(X_{ion}, X_{OH}, U_{Ca}, U_{Al}, U_{\kappa}, U_{Cl}, Q, T, t)$$

Az áramlási viszonyokat figyelembevéve a mérlegegyenletek speciális eseteként igaz, hogy

$$y^D_{leb}(t) = g\,(u^D_{leb}(t), r^{góc}_{leb}(t), y^{isz}_{leb}(t), t).$$

Mint legegyszerűbb esetet feltételezve, az oxidációs folyamat irányított változójára igaz, hogy

$$y^D_{leb}(t) = u^D_{leb}(t-\tau) + \int_{t-\tau}^{t} r^{góc}_{leb}(\theta)\,d\theta - y^{isz}_{leb}(t),$$

ahol τ a derítőre vonatkozó átlagos tartózkodási idő.

A derítő oxidációs folyamata

A derítőben lejátszódó oxidációs folyamat irányításelméleti céljának a

$$\min y^D_{red}$$

vagy a

$$\min \varphi\,(y^D_{red}, y^{D*}_{red})$$

célt tekinthetjük, vagyis a rendszer irányított változója y^D_{red}.

Irányítási szempontból feltételezzük, hogy a derítő oxidációs folyamatát a

Q, U_{Cl_2} beavatkozó (irányító) változók és a

T, U_{red} megfigyelhető zavaró változók, valamint az

X_{red} állapotváltozó határozza meg.

Feltételezésünk szerint tehát az alábbi közelítő modellel jellemezhető a derítő oxidációs folyamata:

$$r^{red}_{ox} = f\,(X_{red}, Q, U_{Cl_2}, T, U_{ted}, t)$$

A kimeneti összefüggés a legegyszerűbb esetben:

$$y^D_{red}(t) = u^D_{red}(t-\tau) + \int_{t-\tau}^{t} r^{red}_{ox}(\theta)\,d\theta - y^D_{red}(t).$$

A derítési és oxidációs folyamat függetlenségének látszólag ellentmond, hogy a Q és T változó mindkét folyamat modelljében szerepel. A két folyamat független irányíthatósága azonban fennáll, mivel a Q változó a gyakorlatban hosszabb időszakonként állandó, a T pedig mindkét folyamat bemenő (zavaró) változója. Így jogos a két folyamatot külön (mindegyiket a saját célfüggvénye szerint) irányítani.

A szűrő derítési folyamata

A szűrőben lejátszódó derítési folyamatot irányításelméleti értelemben a $\delta_{szü}$ irányító változó határozza meg, amely azt dönti el, hogy az egyik, vagy a másik szűrőn történjék a szűrés, miközben az üzemen kívül helyezett szűrőn mosás folyik (feltételezve, hogy a mosást mindig elvégzik és rövidebb idő alatt, mint amikorra újra szükséges az adott szűrő használata).

Legyen tehát

$$\delta_{szü} = \begin{cases} 1, \text{ ha az 1. szűrőn történik szűrés, a 2. szűrőn pedig mosás} \\ 0, \text{ ha a 2. szűrőn történik szűrés, az 1. szűrőn pedig mosás} \end{cases}$$

A szűrés folyamatát a szűrők $\psi_{szü}$-állapota határozza meg, amelyre egyrészről közelítőleg jellemző, hogy

$$\frac{d\chi_{szü}}{dt} = + a_{szü} \cdot u^S_{leb}$$

vagy integrálisan:

$$\chi_{szü}(t) = \chi_{szü}(t_o) + a \cdot \int_{t_o}^{t} u^S_{leb}(\theta)\, d\theta$$

másrészről

$$\chi_{szü}(t) = h(m_{\Delta p}(t)),$$

vagyis a szűrő állapota a nyomásesés mérése alapján meghatározható.

A szűrő mosási folyamata közelítően a

$$\frac{d\chi_{szü}}{dt} = - a \cdot Q_{mos}$$

differenciális, illetve a

$$\chi_{szü}(t) = \chi_{szü}(t_o) - a_{mos} \cdot \int_{t_o}^{t} Q_{mos}(\theta)\, d\theta$$

integrális összefüggéssel írható fel.

Az 1. szűrő állapotváltozás összefüggése tehát az alábbi:

$$\frac{d\chi^1_{szü}}{dt} = \delta_{szü} \cdot a_{szü} \cdot u^S_{leb} - (1 - \delta_{szü}) \cdot a_{mos} \cdot Q_{mos}$$

míg a 2. szűrőé:

$$\frac{d\chi^2_{szü}}{dt} = (1 - \delta_{szü}) \cdot a_{szü} \cdot u^S_{leb} - \delta_{szü} \cdot a_{mos} \cdot Q_{mos}$$

A szűrés folyamatának kimenő (irányított) változója az y^S_{leb}, amelyről feltesszük, hogy

$$y^S_{leb} = g(\chi_{szü})$$

ahol a g (.) függvényről feltesszük, hogy

$$g(\chi_{szü}) = \begin{cases} y^{S*}_{leb}, \text{ ha } \chi^*_{szü} \leqslant \chi_{szü} \leqslant \chi^{**}_{szü}, \text{ vagyis normális működés esetén} \\ a \cdot \chi_{szü}, \text{ ha a szűrő telítődik, vagy „átszakad”} \end{cases}$$

A fentiek miatt y^S_{leb} szabályozásához $\chi_{szü}$ szabályozása szükséges, amely az $m_{\Delta p}$ nyomásesés mérése alapján történhet.

A szabályozás tehát úgy kell hogy történjék, hogy

$$\delta_{szü}(t) = \begin{cases} 1, \text{ mindaddig míg } m_{\Delta p}(t) \leqslant m^*_{\Delta p}, \text{ és } y^S_{leb} \leqslant y^{S*}_{leb} \\ 0, \text{ ha } m_{\Delta p1}(t) > m^*_{\Delta p} \text{ vagy az 1. szűrőn } y^S_{leb} > y^{S*}_{leb} \text{ de } m_{\Delta p2}(t) \leqslant m^*_{\Delta p} \end{cases}$$

Abban az esetben, ha

$$m_{\Delta p1} > m^*_{\Delta p} \text{ vagy az 1. szűrőn } y^S_{leb} > y^{S*}_{leb}$$

és $m_{\Delta p2} > m^*_{\Delta p}$ is, akkor vészjelzést kell adni és a rendszert le kell állítani.

A szűrő oxidációs folyamata

A szűrő oxidációs folyamata irányításelméleti szempontból ugyanolyan modellel írható le, mint a derítőben lejátszódó – már ismertetett – oxidációs folyamat, így azt itt nem részletezzük.

Alkalmazott jelölések

a határozatlan konstans
b határozatlan konstans
d beavatkozó, irányító változó
e term. log.
f állapotváltozás összefüggés
g kimenet összefüggés
m mérési változó

p nyomás
Q vízáram
r transzportelméleti forrás (nyelő)
R integrális transzportelméleti forrás (nyelő)
t idő
T hőmérséklet
u transzportelméleti bemenet
U integrális transzportelméleti bemenet
v ár
V érték
z megfigyelhető zavaró változó
x transzportelméleti állapotváltozó
X integrális transzportelméleti állapotváltozó
y transzportelméleti kimenet
Y interális transzportelméleti kimenet
β pufferkapacitás
γ büntetés függvény
δ irányításelméleti bemenet változó
π büntetés együttható
η irányított változó
χ irányításelméleti állapotváltozó
φ függvény általában
Φ függvény, operátor általában
τ átlagos tartózkodási idő

Speciális indexek:

OH
góc
leb lebegőanyag
red oxidálható anyag
ox oxidált anyag
Ca
Al
karb karbonát
Cl_2
Cl^-
isz iszap
tám támsebesség
kev keverő fordulatszám
pH
S szűrő
D derítő

IRODALOM

[1] R.H.W. BABCOCK, Wastes Engng. 17 (1968) 42–46.
[2] G.A. BEST, Effluent Water Treatment Journal, 7 (1974) 357.
[3] N.J.DAVOUST, JAWWA 58 (1966) 1118.
[4] A.H. KEYSER, C.P. BLAHELEY, Instr. for Ind. Water Processes 22. (1969) 3.
[5] W.M. LEWIS, J. IWE 2. (1968) 137.
[6] A.W. MANNING, JAWWA 65 (1973) 9.
[7] H.M. RIVERS, G.W. SCHWEITZER, JAWWA 63 (1971) 533.
[8] CRC Handbook of Environmental Control, Vol III. Water Supply and Treatment, C.R.C. Press 1973.
[9] T. CSERFALVI, K.SEYBOLD, T. MEISEL, B.TARNAY: Continuous monitoring of the available chlorine content during the water treatment process. Scientific Session on Environmental Analysis, Szombathely, Hungary, 8–11. Oktober 1975.
[10] T. MEISEL, T. CSERFALVI, K. SEYBOLD, E.CSOKNYAY: An automatic data acquisition system for controlling a raw water treatment plant. IV. Polish Conference on Analytical Chemistry, Warsaw, Poland, 26–31. August. 1974.
[11] BEZÚR, L., CSERFALVI T., MEISEL T., PUNGOR E., KOVÁCS L., SIPOSS G.: Eljárás automatikus alapvonalkorrekciós jelintegrálásra. BME Szolg. Szab. bejelentés 1976. VI. 6.
[12] G. JOHANSON, W.BACKEN, Anal. Chim. Acta 69 (1974) 415.
[13] E.L. ECKFELDT, G.B.PATENT 711812 (12 July 1954)
[14] Von SMOLUCHOWSKI, M., Zeitschrift für Phys. Chemie 92, 129–168. (1917)
[15] BULKAI Lajos, Hidrológiai Közlöny 1969(9), 426–428.
[16] BULKAI Lajos, Hidrológiai Közlöny 1972(4–5), 199–206.
[17] R.J. Te KIPPE, R.K. HAM, Jour. AWWA, July 1971, 439–448.
[18] H.S. HARRIS, W.J. KAUFMAN, R.B. KRONE J. of Sanitary Engineering Div. Proc. of Am. Soc. of Civil Engineers, Dec. 1966 (SA 6), 95–11.
[19] SZAKÁLL K.: Derítőszerek automatikus adagolása Vízügyi Szakmai Világszint Beszámoló, 3. (1965)

A 7. Nemzetközi ipari-robot szimpozium és kiállítás

A 7. Nemzetközi ipari robot szimpoziumot és kiállítást (ISIR – International Symposium on Industrial Robots and Exhibition) 1977. október 19–21. között rendezik Tokióban.

A 7. ISIR-t valamint a Nemzetközi robot kiállítást „a humanitás kora és a robotok" jelszóval rendezik, ezzel is hangsúlyozva, hogy milyen nagy szerepe van a munkahelyek humánussá tételében az ipari robotoknak (monoton, egyhangú, nehéz fizikai stb. munka kiküszöbölése).

A 7. ISIR-en előadások hangzanak el az ipari-robotok kutatásáról és fejlesztéséről, különösképpen az ipari robotok érzékelőinek, vezérlésének, programozásának és mechanizmusának fejlesztésében, kutatásában elért legutóbbi eredményekről. Szó lesz az új alkalmazási lehetőségekről, ezekkel kapcsolatos gazdasági és szociális kihatásokról, a jelenlegi robot állományról, valamint a várható fejlődésről.

(K.K.)

JÁKLI ERNŐ – TÓTH LÁSZLÓ
(VILATI)

VILLAMOS PORLEVÁLASZTÓK FESZÜLTSÉGSZABÁLYOZÓ BERENDEZÉSEI

Az ipar fejlesztése által okozott levegőszennyeződés csökkentésére való törekvés magával hozza a villamos porleválasztók rohamos elterjedését hazánkban is. A berendezések működési alapjainak nagyvonalú ismertetése mellett a cikk célja a nagyfeszültségű energiaellátásokat és optimális üzemüket biztosító (feszültségszabályozó) berendezések leírása is. Az utóbbi berendezések ismertetését aktuálissá teszi egy olyan új hazai fejlesztésű nagyfeszültségű egyenirányító és feszültségszabályozó megjelenése, mely alkalmas lehet az üzemelő villamos porleválasztó berendezések hatásfokának növelésére is. Hazai vonatkozásban pedig nem kis számú ilyen jellegű berendezés található.

ETO: 621.316.722; 621.359.4:621.928.7

A villamos porleválasztó kb. 1924 óta használatos a hazai iparban. Első alkalmazási területe a gázgyártás, az alumíniumipar (timföldgyártás) és vegyipar (kénsavgyártás) volt. Alkalmazása a környezet védelmére erőművi és a cementipari porleválasztásnál az 1940-es évektől került előtérbe.

Villamos porlasztónak nevezzük azt a berendezést, amelyben az alkalmazott villamos erőtér és koronakisülés hatására a gázáramban lebegő részecskék villamosan feltöltődnek s így az elektródákra kiválaszthatók. E meghatározás azért szükséges, mert a hazai ipar elsősorban elektrofilterként – vagyis német nevén – ismeri e berendezéseket, mivel első szállítójuk német nyelvterületről került ki.

A tisztázatlan magyar névből következik az is, hogy kevés az e tárgykörben megjelent, ill. megjelenő, és még kevesebb a villamos porleválasztók nagyfeszültségű energiaellátásával foglalkozó magyar nyelvű ismertető. Utóbbi hiányának magyarázatául szolgál, hogy korszerűnek mondható hazai berendezés a legutóbbi időkig nem állt rendelkezésre, s így ilyen berendezésekkel szerzett ismeretanyag is csupán hiányos lehetett.

Célunk ezért általános ismertetőt adni a villamos porleválasztóról, valamint ennek működéséről.

Ismert, hogy ha egy gázréteget elektródák között feszültség alá helyezünk, a gázban levő szabad töltéshordozók (elektronok, ionok) az erővonalak mentén vándorolni kezdenek. A negatív töltéshordozók az anód [+], a pozitívak a katód [–] felé haladnak és az elektródához érve kiválnak. Ezen ismert elektrosztatikai alaptörvény adja a villamos porleválasztó működésének alapvető magyarázatát is.

A különböző technológiai folyamatokban, ill. különböző anyagok elégetése során keletkező ködök és porok tulajdonságai lehetővé teszik villamos feltöltésüket és így villamos erőtér hatására a gázból való kiválasztásukat. A villamos töltésüket elektron-affinitásuk, leválaszthatóságukat fajlagos ellenállásuk befolyásolja, adott leválasztó, ill. villamos tér mellett.

A leválasztandó részecskék feltöltése

A Coulomb-törvényből következik, hogy a kiválasztandó részecskére ható erő (s így a leválasztó erő) egyenesen arányos a részecske töltésével. A leválasztó erő szempontjából lényeges tehát a részecske töltésének mennyisége és lényegtelen a töltés polaritása. A gyakorlatban majdnem kizárólagosan negatív polaritású sugárzó elektródát alkalmazunk. Ezzel stabilabb koronakisülést s így magasabb elektródafeszültséget érhetünk el.

Tulajdonképpen azt lehetne mondani, hogy a leválasztóba belépő részecskék többé-kevésbé töltött állapotban vannak. Töltésüket keletkezésük során, vagy a technológiai folyamatban nyerik, és polaritásukra nézve körülbelül fele-fele arányban pozitívak ill. negatívak. Az egymást kiegészítő töltési állapot okozza, hogy kifelé a gáz, ill. gáz-por keverék semleges töltésállapotot mutat. Mérések igazolják, hogy a töltés nagysága grammonként eléri a 10 el.st.e-t, ami kb. 5–10%-a a koronakisülés által elért, ill. elérendő töltésmennyiségnek.

WHITE szerint a villamos porleválasztóban figyelembe veendő részecsketöltési folyamat kétféle módon megy végbe, éspedig ütközési ionizáció, ill. diffúzió útján. Ütközési ionizációnál az adott pontban uralkodó térerősség, a diffúzió által való feltöltődésnél pedig az ionok termikus energiája lényeges, és utóbbi gyakorlatilag független a térerősségtől.

A kétféle működési mód a részecskék nagyságától is függ. Ütközési ionizáció révén töltődnek fel a 0,5 μ-nál nagyobb átmérőjű részecskék (feltéve, hogy alakjuk gömb) és diffúzió által a 0,2 μ-nál kisebb átmérőjű részecskék. A két méret közötti részecskék feltöltődésére mindkét mód jellemző.

A feltöltődés lefolyását villamos porleválasztóra érvényes körülmények között ütközési ionizáció esetére

Rohmann, diffúzióra pedig Arendt és Kallmann írta le matematikailag. Utóbbi ismertetésétől a villamos berendezés szempontjából való érdektelensége miatt eltekintünk.

Ütközési ionizáció

Az ütközési ionizáció rövid matematikai leírása – amellett, hogy betekintést ad a leválasztóban lejátszódó folyamatba – érzékelteti a feszültségszabályozó fontosságát is.

Ha r sugarú, töltéssel nem rendelkező részecske egy E_o térerejű koronakisülési térbe jut, ahol az ionkoncentráció N_o, a gázionokkal történő ütközés révén, késedelem nélkül töltődni kezd. A saját felvett töltése révén a részecske önálló erőtérrel rendelkezik, amely egyrészt az eredeti erőtér megváltozását okozza, másrészt e térerő a további töltődés ellen hat. Befejeződik a részecske töltése abban az esetben, ha saját térerőssége elég nagy a további töltődés feltételeinek megakadályozásához.

Az alábbiakban feltételezzük, hogy a leválasztandó részecskék gömbalakúak és nagyságuk, valamint töltésük megegyezik, és hogy a részecskék egymástól mért távolsága olyan nagy, hogy egymásrahatásuk elhanyagolható. Ez utóbbi feltétel teljesül akkor, ha a két részecske minimális távolsága az átmérő ötszöröse.

A folyamat WHITE szerint az alábbiakkal írható le: A gázionok árama, amely a részecskét éri:

$$I = j\,A(t) \qquad (1)$$

ahol
j = az áramsűrűség
A (t) = a részecskék hatásos felülete

A gázion sebessége a térerő irányában, ha K = az ionmozgékonyság

$$v = K\,E_o \qquad (2)$$

Ezzel az áramsűrűség

$$j = N_o\,e\,K\,E_o \qquad (3)$$

ahol
N_o = az ionszám térfogategységenként
e = az elemi töltés

ezt 1-be behelyettesítve

$$i = N_o\,e\,K\,E_o\,A(t) \qquad (4)$$

Feltéve, hogy minden gázion csupán 1 el.st.e-nyi töltéssel rendelkezik A(t) kiszámítható a villamos fluxusból (φ/t), ami a részecskébe t idő alatt belép.

$$A(t) = \frac{\varphi(t)}{E_o} \qquad (5)$$

Legyen a térerő a részecske adott pontjában E_1. Feltéve, hogy e pontban kezdetben homogén erőtér volt, E_1-re adódik:

$$E_1 = 3\,E_o \cos\Theta \qquad (6)$$

A térerő hatására a részecske felveszi az odaérkező gáziont. Feltételezve, hogy t idő alatt n számú töltést vett fel a részecske, ez E_2 nagyságú, a további töltés felvételét akadályozó, térerőt hoz létre. E térerő nagysága egy gömbfelületre vonatkoztatva:

$$E = E_1 + E_2 = 3\,E_o \cos\Theta - \frac{ne}{r^2} \qquad (7)$$

A részecskében végződő villamos fluxus nagysága a térerő integráljából számítható

$$\varphi(ne) = \int_0^{\Theta_o} \left(3\,E_o \cos\Theta - \frac{ne}{r^2}\right) 2\pi r^2 \sin\Theta\, d\Theta \qquad (8)$$

Feltéve, hogy a részecske töltése telítettségi állapotban $n_s e$, adódik:

$$n_s = \frac{3\,E_o\,r^2}{e} \qquad (9)$$

A 8. differenciálegyenletet megoldva, és a 9. összefüggéssel összevonva

$$\varphi(ne) = \pi \cdot n_s \cdot e\left(1 - \frac{n}{n_s}\right)^2$$

ezt helyettesítve az 5. majd a 4. egyenletbe a részecske árama:

$$i = N_o\,e\,K\left[\pi n_s\,e\left(1 - \frac{n}{n_s}\right)^2\right] \qquad (10)$$

$$\text{mivel } i = \frac{d\,(ne)}{dt} = \frac{d\,(n/ns)}{dt} \qquad (11)$$

A 10. és 11. egyenlet összevonásából

$$\frac{d\,(n/n_s)}{dt} = \pi\,N_o\,e\,K\left(1 - \frac{n}{n_s}\right)^2 \qquad (12)$$

Az egyenletet integrálva és n/n_s-re megoldva lényegében a részecske feltöltésének sebességét adó összefüggéshez jutunk:

$$\frac{n}{n_s} = \frac{\pi N_o e K t}{\pi N_o e K t + 1} \qquad (13)$$

bevezetve:

$t_o = \frac{1}{N_o e K}$ kifejezést

$$\frac{n}{n_s} = \frac{t}{t + t_o} \qquad (14)$$

$t = t_o$-nál $n = 0{,}5\ n_s$, amiből következik, hogy t_o a feltöltés időállandójának tekinthető. t_o számszerű értéke kiszámítható szobahőmérsékletű levegőre, ahol

$N_o = 5 \times 10^8$ ion/cm^3, $K = 2{,}2$ cm^{2}V$^{-1} \cdot$ s^{-1} és $e = 4{,}8 \times 10^{-10}$ el.st.e.

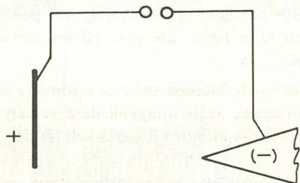
$$t_o = \frac{1}{N_o e K \pi} = \frac{1}{500} = 0{,}002 \text{ s} \qquad (15)$$

Nagyságrendileg hasonló értékeket kapunk a feltöltési időre egy üzemi villamos porleválasztó vizsgálatánál is. Ezen értékből következik, hogy a részecskék feltöltési ideje elhanyagolható a leválasztóban mért tartózkodási időhöz képest. Továbbá a 9. egyenletből adódik, hogy a telítettségi töltés, amit a részecske magára vehet, arányos a térerősséggel, s így a leválasztás hatásossága a térerősség és ezáltal az elektródafeszültség függvénye.

A koronakisülés

A részecskefeltöltéshez szükséges töltésmennyiség létrehozása villamos porleválasztókban – mint már említettük – a gázt határoló elektródákra kapcsolt feszültséggel történik.

Kapcsoljunk az 1. ábra szerinti elektróda párra szabályozható egyenfeszültséget. A feszültséget növelve a gáz pozitív ionjai a katódhoz vándorolnak. Elegendő nagy feszültség elérésekor egyrészt ezen ionok hatására, másrészt önálló katódemisszió révén elektronok



1. ábra

lépnek ki a katódból. A kisülés megindulásakor halk zizegő, pattogó hangot, az elektródacsúcson pedig kékes fényt lehet megfigyelni, amely koronaként ül az elektróda hegyén. Innen származik általánosan elterjedt neve a „koronakisülés".

E szabaddá vált elektronok megfelelő energiával rendelkezvén, a szóróelektróda közelében ütközésük folytán

$$n = n_o\, e \int_0^x (x - \beta)\, dx \qquad (16)$$

számú elektront, ill. ionpárt hoznak létre, s így elektronlavinákat indítanak az anód felé.

Az egyenletben:
n_o = a katódból indított elektronok száma
x = a katódtól (elektródától) mért távolság
β = az 1 cm úthosszra jutó ütközések száma

A katódtól távolodva a térerősség rohamos csökkenése miatt az elektronlavinák fejlődése leáll, s az elektronok e kisebb térerősségű helyen a gázmolekulákkal negatív iont alkotnak. A negatív ionok ezután a kis térerősségű tartományban a gázáram és a térerő együttes hatásának megfelelően vándorolnak az anód felé.

Mint korábban említettük, a leválasztandó anyag feltöltési ideje nagyságrendileg 10^{-2} s, ami azt jelenti, hogy feltöltése a leválasztóba való érkezése után néhány cm úthosszon megtörténik. Ebből következik, hogy az elektródaköz kisebb térerősségű terét nem csupán a gázionok, hanem azokkal megegyező polaritású töltött részecskék töltik ki.

A két töltés hatására csökken a csúcs előtti térerő, így ennek következtében a kisülés mértéke is. A hatás különösen finom ($D \leqq 1\ \mu$) porok esetében jelentős, amikor már 1 g/cm^3 koncentrációnál a koronaáram (elektródaáram) egy nagyságrenddel csökkenhet. A kisülés csökkenése az ún. kezdeti feszültség megváltozásában is megnyilvánul.

Kezdeti feszültségnek (U_o) nevezzük azt a feszültséget, amelynél a legnagyobb térerősségű helyen a gáz villamos szilárdságának részleges letörése bekövetkezik. Számítását villamos porleválasztóra vonatkozóan megoldatlannak kell tekinteni, jóllehet minőségileg használható összefüggések meglehetősen sok kutatótól állnak rendelkezésre.

A tértöltés hatása White által levezetett egyenletből egyszerűen kiolvasható, amennyiben síkelektródás elrendezésnél

$$Uó = Uo + 2b^2 \pi \sigma_1 \qquad (17)$$

ahol $\sigma_1 = \frac{3\ Es}{4}$ = a tértöltéssűrűség
(E = a térerő
s = részecske felület cm^3-ként)

2b = a két lemezelektróda távolsága
(b = az ún. szóróelektróda és felfogó elektróda közötti távolság)
Uo = a kezdeti
Uó = a kezdeti feszültség porral

Fenti egyenletből az alábbi következtetések adódnak:

– az elektródafeszültséget – a gázparaméterektől eltekintve – a leválasztandó anyagtér töltése erősen befolyásolja.
– az elektróda-távolság az egyetlen geometriai tényező, ami a kezdeti feszültség emelkedését befolyásolja.

A villamos porleválasztó leválasztási hatásfoka

A villamos porleválasztó hatásfokára általánosan ismert Deutsch által levezetett összefüggés szerint:

$$\eta = 1 - e^{-\left(\frac{A}{V}\right) W} \qquad (18)$$

Az összefüggésben A a felfogó elektróda felületét, V az átfolyó gázmennyiséget és W az ún. vándorlási sebességet jelenti. Az egyenlet gyakorlati alkalmazását általában W ismeretének hiánya nehezíti.

Esetünkben – tekintve, hogy számszerű adatokat nem, csupán minőségi összefüggéseket kívánunk kimutatni – elégséges W meghatározása úgy, hogy olyan finomságú részecskéket tételezünk fel, amelyekre az elektromos erőtér mellett a nehézségi erő hatása elhanyagolható, továbbá,hogy ezen részecskék mozgását nyugvó levegőben vizsgáljuk. Így a klasszikus mechanika tétele szerint

$$m \frac{dW}{dt} = q E_p - 6 \pi r W \gamma \qquad (19)$$

ahol m = a részecske tömege
q = a töltés
r = a részecske sugara
E_p = a térerő
γ = a gáz dinamikus viszkozitása

A differenciálegyenletet integrálva kapjuk, hogy

$$W = \frac{q E_p}{6\pi\gamma r} \left(1 - e^{-\left(\frac{6\pi\gamma r}{m}\right) t}\right) \qquad (20)$$

A villamos porleválasztóban előforduló részecskéknél az exponenciális kifejezés elhanyagolható, amivel

$$W = \frac{q E_p}{6\pi\gamma r} = \frac{3 E_o r E_p}{6\pi\gamma r} = \frac{E_o E_p r}{2\pi\gamma} \qquad (21)$$

Felírható továbbá a vándorlási sebesség az elektródafeszültséggel, – White szerint – ha figyelembe vesszük, hogy

$E_o \sim \hat{U}$
$E_p \sim \bar{U}$

akkor a vándorlási sebesség:

$$W = \beta \hat{U} \bar{U} \qquad (22)$$

ahol egy úgynevezett porleválasztó állandó és $\hat{U}$ az elektródafeszültség csúcsértéke, $\bar{U}$ pedig az elektródafeszültség középértéke.

Ha a 21. összefüggést a teljes koronaáram (I) és elektródafeszültség figyelembevételével írjuk fel, tulajdonképpen a feszültségszabályozó jellemzői és a leválasztási hatásfok közötti összefüggést kapjuk.

Figyelembevéve a

$$W = \frac{K_1}{A} \cdot \frac{\hat{U} + \bar{U}}{2} I \qquad (23)$$

összefüggést, (ahol K_1 a por és gáz tulajdonságait, valamint a leválasztó mechanikai méreteit figyelembevevő állandó), valamint a korábbiakból az

$$I = f(U/t) \qquad (24)$$

összefüggést,adódik, hogy

$$\eta(t) = f(F/t) \qquad (25)$$

Utóbbi összefüggés jelentése szerint adott gáz, por és leválasztó jellemzők mellett üzem közben a leválasztási hatásfok a feszültségszabályozóra vonatkozó (F) jellemzőktől függ.

A korábbiakat figyelembevéve a villamos porleválasztó nagyfeszültségű energiaellátó berendezéseivel szemben támasztott követelmények az alábbiakban foglalhatók össze:

a) A leválasztási hatásfok maximális értékének eléréséhez folyamatosan biztosítani kell az optimális elektródafeszültséget.

b) Az elektródák között optimális elektródafeszültség mellett a koronakisülés bármely pillanatban szikrakisülésbe mehet át. Biztosítani kell, hogy ezen kisülés energiája az elektródákra semmiféle veszélyt ne jelentsen, a létrejött ívet pedig a legrövidebb időn belül, de max. 10 ms múlva el kell oltani.

c) A villamos ív kioltása után az optimális elektródafeszültségnek az ív újragyulladása veszélye nélkül a legrövidebb időn belül vissza kell térnie.

d) Tartós rövidzárlat esetén a berendezésnek le kell magát kapcsolnia a hálózatról.

Ezen követelmények figyelembevételével fejlesztette ki a VILATI a villamos porválasztó szabályozó berendezéseit, amelyek működését az alábbiakban ismertetjük.

A porleválasztó feszültségszabályozása

Mint fentebb említettük, a szűrő jó hatásfokú működésének egyik feltétele, az átütési feszültség meghatározása úgy történik, hogy a feszültséget átütésig növeljük, miközben mérjük a feszültség nagyságát. Ezt az értéket az elektródafeszültség visszatéréséig tároljuk.

Az átütés pillanatában tehát már ismerjük annak pontos értékét. Ezután csak a feszültséget kell minél gyorsabban az így meghatározott érték alá beállítani. Ez kb. az átütési feszültséghez képest 1–3%-kal csökkentett érték.

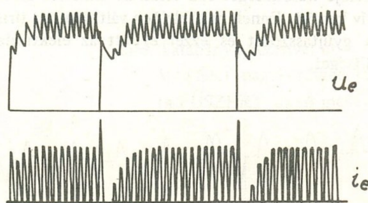
A gázjellemzők változása miatt szükség van az átütési feszültség ismételt meghatározására, vagyis az elektródaköz újbóli átütésére. Az átütések sűrűségének meghatározásánál két fő szempontot kell figyelembe venni. Egyrészt az időegység alatti átütések számát célszerű minél jobban csökkenteni, mert az átütés energiaveszteséggel jár, elektródafogyást okoz, és az átütés utáni feszültségkimaradás csökkenti a leválasztás hatásfokát.

Másrészről, minél sűrűbben üttetjük át az elektródaközt, annál pontosabban tudjuk követni az átütési feszültség változását. Enélkül – mint láttuk – a szűrő hatásfoka a lehetségeshez képest csökken.

A fentiekből egy optimális átütésszám adódik, amely mellett a hatásfok a legnagyobb. Az átütési feszültség letapogatására mutat példát a 2. ábra.

A villamos porleválasztó feszültségszabályozó körének gyorsnak, és illeszthetőnek kell lennie a különböző technológiai viszonyokhoz. Ezt úgy érhetjük el, hogy széles határok között változtathatóvá tesszük a feszültségnövelés meredekségét, és az átütést követő feszültségcsökkentés nagyságát.

A gyakorlatban megvalósítható villamos feszültségszabályozóknál a beavatkozás gyorsaságának növelése az egyik megoldandó feladat. Az általában használt tirisztoros feszültségszabályozó holtideje – mint ismeretes – kedvezőtlen esetben 10 ms lehet (50 Hz-es táplálásnál).



2. ábra

Az átütést követően a feszültségvisszatérést sem lehet késés nélkül megvalósítani, ami további holtidőt eredményez. Ebből a szempontból az átütések között különbséget kell tenni.

Porleválasztási üzemben kétfajta „átütést" különböztetünk meg. Az első az úgynevezett önkioltó átütés. Ekkor az átütés folyamán a szűrőfeszültség nagyon rövid idő alatt lecsökken, kisül a ház geometriai kapacitása, a nagy belső ellenállású hálózatról elegendő energiautánpótlást nem kap az ív, ezért önmagától kialszik. Az átütés ilyenkor egy szikra formájában jelentkezik.

Az átütést követő félperiódusban a tirisztorok újragyújthatók. Az 1–3%-kal csökkentett feszültségen az ív újragyulladásának kicsi a valószínűsége.

A második esetben hasonlóan történik az átütés, csak a hálózatról kapott energia elegendő az ív fenntartásához. Az ív a félperiódus végéig ég. Az áram nulla értékénél a tirisztorok kialszanak. Ekkor a tirisztorok újragyújtását meg kell akadályozni, mert az ív újragyulladásának nagy a valószínűsége. A feszültség csak 60–70 ms eltelte után kapcsolható vissza, 3–10%-kal csökkentett feszültségértékre.

Mivel a porleválasztóház geometriai kapacitása az átütéskor kisült, nagy töltőáram indulna meg a feszültség ugrásszerű visszakapcsolásánál. A tirisztorokat ezért

$$U(t) = U_v (1 - e^{-\frac{t}{T}}) \qquad (26)$$

felfutású feszültséggel vezéreljük úgy, hogy a szűrő kb. 30 ms múlva érje el az átütési feszültség csökkentett értékét.

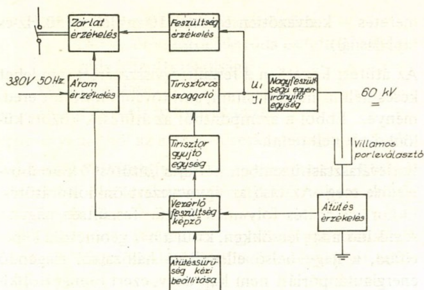
Azért, hogy a porleválasztó jó hatásfokkal működjön, a vezérlő feszültséget képző egységnek különbséget kell tudni tennie a két átütésfajta között.

Az átütések érzékelése történhet a nagyfeszültségű egyenirányító földelt ágába épített, vagy a kisfeszültségű oldal nagyáramú körébe épített érzékelővel. A korszerűbb berendezések mind a kettőt tartalmazzák.

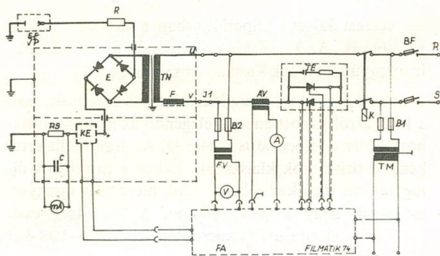
A villamos berendezés zárlatérzékelő egysége a fémes elektródazárlatot megkülönbözteti az átütéskor létrejövő zárlattól. Fémes zárlat – pl. elektróda leszakadása – esetén lekapcsolja a berendezést a hálózatról. A vezérlő berendezés blokkvázlatát a 3. ábra mutatja.

A villamos berendezés másik része az erősáramú kör, a nagyfeszültségű egyenirányítóval. Változtatható nagy egyenfeszültség előállításának jelenleg a gyakorlatban használt megoldása látható a 4. ábrán.

Tirisztoros váltakozóáramú szaggatón keresztül tápláljuk a nagyfeszültségű transzformátort. Ez az egyéb-



3. ábra



4. ábra: VP Elektrofilter
R Csillapítóellenállás
TN Nagyfeszültségű transzformátor
F Fojtótekercs
E Nagyfeszültségű egyenirányító
TE Tirisztoros szaggató
RS Árammérő sönt
B_1; Sz; BF Biztosítók
K Mágneskapcsolók
TM Működtető transzformátor
ÁV Áramváltó
FV Feszültségváltó
KE Átütésérzékelő
FA Vezérlőberendezés

ként ismert egyfázisú váltakozó áramú szaggatótól abban tér el, hogy a tirisztorokkal sorba van kötve egy zárlatkorlátozó fojtótekercs. Átütéskor ez korlátozza az áramot a névlegesérték 2–2,5-szeresére. Az erősáramú körben a fojtótekercs után az ellenpárhuzamos tirisztorpár található, a szokásos védelmekkel, majd a nagyfeszültségű transzformátor az egyenirányítóval.

Az itt alkalmazott transzformátorral szemben támasztott fontos követelmény, hogy nagyon kicsi legyen a nagy- és kisfeszültségű tekercs közötti kapacitás. Erre azért van szükség, mert átütéskor ez a kapacitás a kisfeszültségű oldal felé sül ki, ami mérések alapján 6–8 kV nagyságú zavaró feszültségimpulzust eredményez. Ez a kisfeszültségű elemek tönkremeneteléhez, és az elektronikus elemek működésképtelenségéhez vezethet. Ennek a követelménynek úgy tehetünk eleget, hogy a két tekercs közé egy földpotenciálon levő árnyékoló lemezt építünk be. A lemez szélességének meg kell egyeznie a tekercs szélességével. Az így elkészített transzformátor nagyfeszültségű tekercsének kapacitiv visszahatása már elhanyagolható,ill. a mégis előforduló túlfeszültségeket az alkalmazott védelmek már le tudják vezetni. A zavarok csökkentésére az elektronikus berendezéseket tápláló transzformátorokat is célszerű ellátni ilyen földpotenciálon levő árnyékoló menettel.

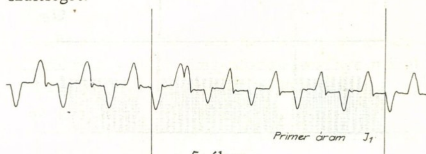
A nagyfeszültségű egyenirányítót legtöbbször kisfeszültségű szilicium egyenirányító diódák sorbakötéséből kapjuk. A záróirányú áramok szórása miatt potenciálosztó elemekkel biztosíthatjuk a diódák azonos terhelését. Ezt a diódákkal párhuzamosan kapcsolt túlfeszültséglevezető elemekkel vagy RC tagokkal oldhatjuk meg. Villamos porleválasztó terhelésnél a túlfeszültségek nem okoznak különösebb gondot, mert a porleválasztó ilyenkor átüt,és tulajdonképpen túlfeszültséglevezetőként működik.

Sokkal nagyobb problémát jelent átütéskor a diódákat terhelő nyitóirányú áramimpulzus. Az átütés az elektródákat rövidre zárja. A nagyfeszültségű elektróda közel földpotenciálra kerül. A transzformátor nagyfeszültségű tekercsének feltöltött 1–2 nF nagyságú szórt kapacitása a sugárzóelektróda,ill. a föld felé a diódákon keresztül sül ki.

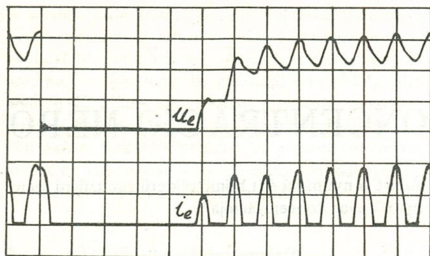
Ez a diódák – bár rövid idejű – igen nagy áramigénybevételét jelenti. Az így kialakuló áramcsúcsok korlátozására be kell építenünk egy áramkorlátozó ellenállást. Az ellenállás nagysága az alkalmazott diódák lökőáramtűrő képességétől függ.

Átütés pillanatában az ellenállásra – jó közelítéssel – a transzformátor teljes feszültsége jut. Tehát az ellenállást erre az igénybevételre kell méretezni. Az állandósult zárlati áram a névleges áram 2–2,5-szerese lehet jól méretezett zárlatkorlátozó fojtótekercs esetén. Ez nem jelenthet sem a diódákra, sem az áramkorlátozó ellenállásra veszélyes igénybevételt.

Fenti elvek alapján készítettük el a villamos porleválasztó nagyfeszültségű energiaellátását szolgáló berendezést. Elvégeztük a szűrő feszültségszabályozásával kapcsolatos méréseket. A szabályozó-egység átütésérzékelője különbséget tud tenni az önkioltó átütés és az ív között. Ennek megfelelően változtatja a tirisztorok gyújtásszögét és ezzel együtt az elektróda feszültséget.



5. ábra



6. ábra

Az 5. ábrán szikra, a 6. ábrán pedig ív után létrejött szabályozást láthatunk. Szikra esetén a feszültség-csökkenés nagyságát az átütési feszültség 0–3%-a, ív kialakulása esetén 3–10%-a között tudjuk változtatni.

A feszültségnövelés sebességének értéke 50 V/s és 3 kV/s között állítható. Ebből adódik, hogy a percenkénti átütésszám 3% feszültségcsökkenés esetén 2/min – 120/min között változtatható, ami lehetővé teszi, hogy a gyakorlatban előforduló valamennyi gázféleséghez beállítható legyen az optimális átütésszám.

Tapasztalataink szerint a fentiekben leírt villamos berendezéssel adott leválasztóház és gázparaméterek mellett optimális leválasztási hatásfok érhető el.

SEREGE SÁNDOR
(VEIKI)

GRAVIMETRIKUS PORKONCENTRÁCIÓ-MÉRŐ

A környezetvédelemre vonatkozó rendeletek betartásának ellenőrzéséhez megfelelő vizsgálati módszerekre és eszközökre van szükség.

A porszennyezés ellenőrzését szolgálják a gravimetrikus pormintavevők, amelyek segítségével meghatározható a levegőbe jutó gáz por-, pernye- és koromkoncentrációja, valamint az emisszió nagysága. A vett minta alapján elemezhető a szennyezőanyag kémiai összetétele,ill. frakcióanalitikai jellemzője.

ETO: 543.275.3

Bevezetés

Új építmény, műtárgy, ipari berendezés elhelyezését, bővítését, rekonstrukcióját, technológiai változtatását csak a környezetvédelmi előírások betartása esetén engedélyezik az illetékes hatóságok. A vállalatoknak az építési engedélykérelmükben nyilatkozniuk kell, hogy a levegőszennyező anyagok kibocsátási értékei megfelelnek az adott szennyezőanyagokra vonatkozó előírásoknak. Hasonló követelményeknek kell eleget tenniük a régi építésű üzemeknek is. Ellenkező esetben a normaértékeket túllépő vállalatok bírságot kötelesek fizetni.

A túllépésért fizetendő bírság mértéke semleges porok esetén 0,40 Ft/kg, toxikus porok esetén 0,60 Ft/kg. 50%-kal kell emelni a bírság mértékét, ha a vállalat az előírt bevallást nem teljesíti, 100%-kal akkor, ha az általa okozott káros légszennyezés csökkentésére irányuló hatósági kötelezésnek határidőre nem tesz eleget.

A vonatkozó rendeletek betartásának ellenőrzéséhez olyan vizsgálati módszerekre és eszközökre van szükség, amelyekkel hatóságaink megállapításaikat kellően megalapozhatják.

Ilyen eszközök a gravimetrikus pormintavevők, amelyeknek segítségével meghatározható a kéményen kijutó gáz-,por-, pernye-, koromkoncentráció, illetve az emisszió nagysága, a minta alapján pedig az adott szennyezőanyag kémiai összetétele illetve frakcióanalitikai jellemzője.

A porkoncentráció,ill. poremisszió gravimetrikus meghatározása

A meghatározás elve szerint a zárt csatornában áramló gázból gázmintát kell leszívni, majd le kell választani annak szilárd szennyezőanyag-tartalmát. Az így kapott szennyezőanyag tömegét mérlegen gravimetrikusan megmérik.

Adott p nyomású és t hőmérsékletű gáz szilárd szennyezőanyag koncentrációja

$$r = \frac{S}{Vz} \quad g/m^3 \qquad (1)$$

ahol r – a gáz porkoncentrációja, g/m^3
S – a pormint tömege, g
Vz – a gázminta térfogata, m^3

A poremisszió nagysága

$$E = 10^{-3} \cdot r \cdot V \quad kg/h \qquad (2)$$

ahol E – a poremisszió értéke, kg/h
V – a kéményen kijutó p nyomású és t hőmérsékletű gáz mennyisége, m^3

Pormintavevők, porkoncentráció-regisztráló készülékek

A porkoncentrációt meghatározó eszközök működési elvük és szerkezeti megoldásuk alapján igen különbözőek. Működési módjuk alapján két nagy csoportba sorolhatjuk:

- gravimetrikus pormintavevők, amelyek közvetlen módon, viszonylag nagy pontossággal határozzák meg a gáz portartalmát,
- regisztráló berendezéssel felszerelt készülékek, amelyek rendszerint valamilyen közvetett úton (villamos, optikai, izotópos) mutatják ki, leginkább információs jelleggel a gáz porkoncentrációjának nagyságát. Ezek beállításához rendszerint szükség van egy, a már előzőekben említett gravimetrikus pormintavevőre.

A gravimetrikus pormintavevők egy része a részgázáram portartalmát a gázcsatornán belül, másik részük a gázcsatornán kívül választja le.

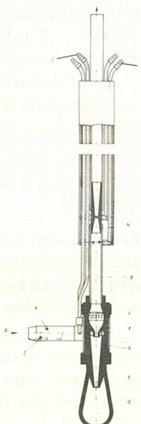
A részgázáram portartalmának leválasztására
- szűrőpapír
- rostszűrő
- ciklon vagy
- villamos szűrő szolgálhat.

A pormintavevő kialakításától függ, hogy a kapott porminta további laboratóriumi vizsgálatokra alkalmas vagy sem.

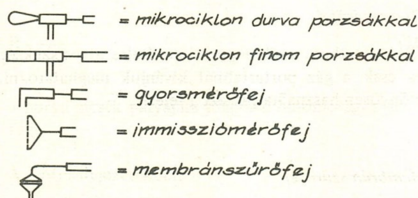
A gravimetrikus pormintavevők – a levegőtisztaságvédelem széles körű kibontakozása következtében – a portalanító berendezések alkalmazásának műszaki–gazdasági előkészítése, ill. garanciális műszaki átadás-átvételi vizsgálatai során kihangsúlyozott fontos szerephez jutottak. A nemzetközi gyakorlatban elsősorban az ún. belsőtéri leválasztású pormintavevők terjedtek el. Hazánkban az S–20 ciklonszondát gyártják iparszerűen* és ezt alkalmazzák általában.

Az S–20 porkoncentráció-mérő ciklonszonda

Az 1. ábrán látható szondába a gázminta az *a* leszívócsonkon lép be, majd a *b* leválasztótérbe jut, ahol a gázban lévő por a centrifugális erőtér hatására a palást mentén kiválasztódik és a *c* kúpos porbevezetőcsövön keresztül a *d* portartályba jut. A tisztított gázminta az *e* bemerülőcsövön, valamint az *f* rostszűrőn és a *g* szondaszáron keresztül távozik. A részgázáram mennyiségének mérésére a szondaszárba beépített *h* Venturi-mérő szolgál. A helyes leszívási sebesség beállítása érdekében a leszívócsonk külső palástján a *k* külső, a belső részén pedig az *l* belső statikus nyomásérzékelő furatok vannak elhelyezve. Az érzékelők kivezetővégei a szondaszár külső részén a *j* gumitömlőcsatlakozókban végződnek. Itt található a Venturi-mérő nyomáskülönbségének elvezetésére szolgáló *i* manométercsatlakozó is.



1. ábra



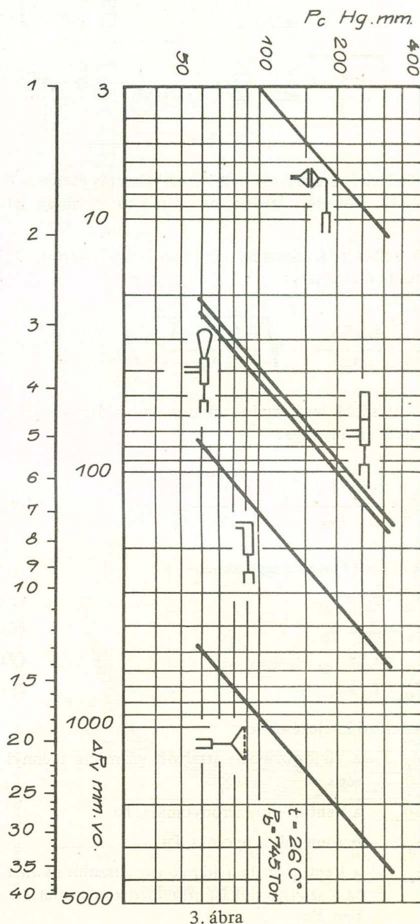
2. ábra

*Gyártó cég: LABOR MIM

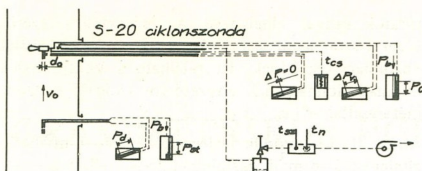
Az S–20 ciklonszonda névleges gáznyelése 6 m^3/h, de általában 3–8 m^3/h gázmintaelszívás mellett üzemeltethető optimálisan.

A szondaszár hossza 2, 3 és 4 m. Ezekre öt különböző mintavevőfej szerelhető. A mintavevőfejek jelképi jelölését a 2. ábra tartalmazza.

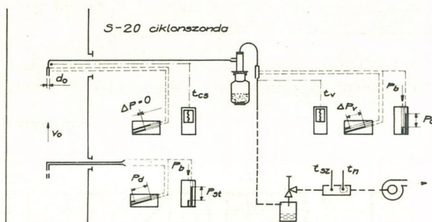
A különböző mintavevőfejek hidraulikai ellenállását a gáznyelés függvényében a 3. ábra mutatja. A minta-



3. ábra



4. ábra



5. ábra

vétel elvi elrendezése belsőtéri leválasztás esetén a 4. ábrán, külsőtéri leválasztás esetén az 5. ábrán látható.

A belsőtéri leválasztású ciklonszondán átszívott gázminta mennyisége:

$$V_z = \frac{6{,}15\, k_v}{p_{cs}} \sqrt{\frac{\Delta p_v \cdot p_v \cdot T_v}{\rho_o}} \; \frac{Z}{60} \qquad (3)$$

A külsőtéri leválasztású ciklonszondán átszívott gázminta mennyisége:

$$V_z = \frac{1{,}668\, k_v \cdot T_{cs}}{p_{cs}} \sqrt{\frac{\Delta p_v \cdot p_v}{\rho_o \cdot T_v}} \; \frac{z}{60} \qquad (4)$$

A (3) és (4) összefüggésekben

$$p_{cs} = p_b \pm p_{st} \qquad (5)$$

$$p_v = p_b \pm p_c \qquad (6)$$

$$T_{cs} = T_o \pm t_{cs} \qquad (7)$$

$$T_v = T_o \pm t_v \qquad (8)$$

Az előző kifejezésekben:

V_z – a ciklonszondán átszívott gázminta mennyisége, m^3

Δp_v – a Venturi-cső mérőnyomása, Pa

p_b – barometrikus nyomás, Pa

p_v – a Venturi-csőben áramló gáz abszolút nyomása a szűkítő nyílást megelőző keresztmetszetben, Pa

p_c – a Venturi-csőben áramló gáz statikus nyomáskülönbsége a barometrikus nyomáshoz képest, a szűkítő nyílást megelőző keresztmetszetben, Pa

p_{cs} – a főgázáram abszolút nyomása, Pa

p_{st} – a főgázáram statikus nyomása a barometrikus nyomáshoz képest, Pa

T_v – a Venturi-csőben áramló gáz abszolút hőmérséklete, K^o

T_{cs} – a főgázáram abszolút hőmérséklete, K^o

k_v – a Venturi-cső átfolyási állandója.

A ciklonszonda alkalmazási területe

A ciklonszonda alkalmazását a szondára szerelhető szívófejek határozzák meg.

Mikrociklon durva portartállyal

Használható: tüzelő berendezések, erőművi kazánok, nagykohók, Siemens–Martin kemencék, kupolók, Bessemer-konverterek, cementgyári égetőkemencék, örlőberendezések, villamos ívfénykemencék, piritpörkölő kemencék, brikettgyárak, ahidrálók, kénsavgyártó üzemek, cukorgyárak, növényszárítók, malmok, bányák, pneumatikus szállító berendezések és ezekhez hasonló üzemek nyersgázainak porkoncentráció-meghatározásához, amikor is a gáz portartalma nem több, mint 500 g/m^3.

Mikrociklon finomportartállyal

Előnyösen felhasználható az előbb felsorolt helyeken a tisztító berendezés után a tisztított gáz porkoncentrációjának meghatározására. Ebben az esetben néhány tized mg-tól 10–15 g/m^3 porterhelésig lehet mérni.

Mindkét fajta mérőfej alkalmas a porkoncentráció-érték meghatározása mellett pormintavételre is, tehát a portartályban összegyűjtött por teljes egészében reprezentálja a főgázáramban lévő por frakcioanalitikai tulajdonságait is.

Gyorsmérőfej

Olyan esetben, amikor pormintavételre nincs szükség és csak a gáz portartalmát kívánjuk meghatározni, előnyösen használhatjuk ezt a fejet.

Membrán szűrőfej

Általában ott használható, ahol a levegő, vagy gáz szennyezettsége igen kismértékű, így ultrafinom-szű-

rők, klímaszűrők, gázturbinák szűrőinek hatásfokmérésére.

Alkalmazható továbbá rádióaktív aerosolminták gyűjtésére.

Rostszűrő mérőfej

Alkalmas immisszió-jellegű mérésekre, vagyis a szabad légtér porkoncentrációjának meghatározására.

Egyéb vonatkozásban az egyes mérőfejek és szűrőanyagok célszerű használatát a különböző ipari porok esetén a 6. ábra mutatja.

A ciklonszonda mintavételi hibája és hibaszámítása

A gravimetrikus porkoncentráció mérésénél elkövethető legnagyobb hiba a gázminta elszívása során adódik. E hiba számszerű meghatározására eddig megfelelő matematikai módszer nem állt rendelkezésre. A nemzetközi szakirodalom is csak legfeljebb grafikus formájában utalásokat tartalmaz a lehetséges hiba nagyságára, de konkrét számítási módszert nem ad.

Az általunk kidolgozott hibaszámítás elméletileg megalapozott és gyakorlati adatokkal alátámasztott. Ezzel a mérésekben érdekelt szakemberek igen egyszerű módon és kellő biztonsággal ellenőrizhetik kapott mérési eredményeik objektivitását.

A berendezésnél a gázminta a d_o átmérőjű leszívócsonkon lép be (4. és 5. ábra). Nagyon fontos követelmény, hogy a belépési sebesség a csatornában áramló gáz helyi sebességétől függő, meghatározott nagyságú legyen. Bohnet összefoglaló adatai szerint (7. ábra) – ha a leszívócsonk iránya a főgázáram-vonalak irányával egybeesik – a leszívási hiba a belépési sebesség és a főgázáram helyi sebességének arányától, azaz

$$\omega = \frac{v_o}{v_i} \tag{9}$$

értékétől, illetve a

$$B = \frac{v_i \cdot v_e}{d_o \cdot g} \tag{10}$$

a porszemcsék pályájára jellemző hasonlósági számtól függ.

A fenti kifejezésekben:

ω – a leszívási viszony,

B – a hasonlósági szám,

v_o – a gázminta belépési sebessége, m/s

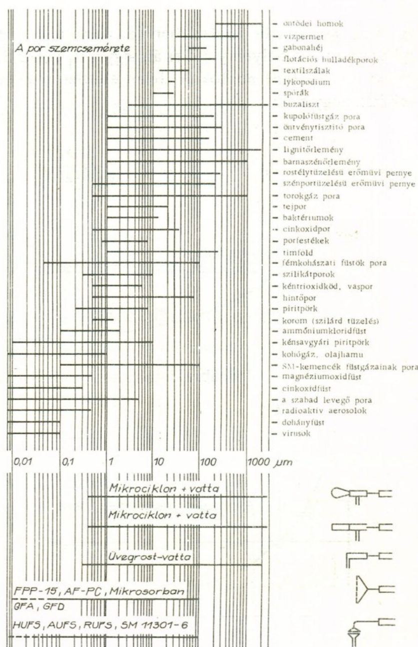
v_i – a főgázáram helyi sebessége, m/s

v_e – a porszemcse esési sebessége, m/s

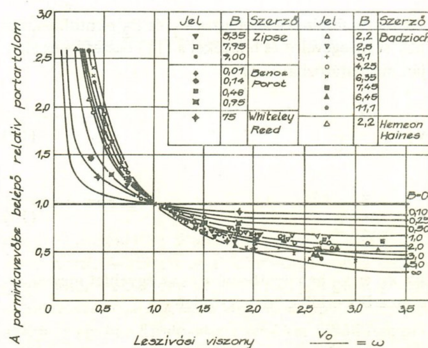
d_o – a leszívócsonk névleges átmérője, m

g – a nehézségi gyorsulás, 9,81 m/s^2

Bohnet empirikus adatainak vizsgálata során megállapítottuk, hogy a 7. ábra szerinti hibagörbék igen nagy



6. ábra



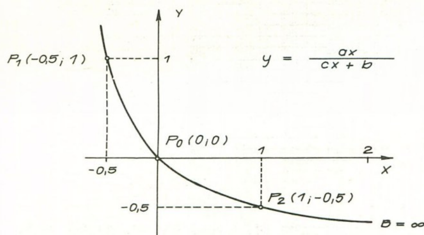
7. ábra

matematikai pontossággal függvénykapcsolatokkal is leírhatók.

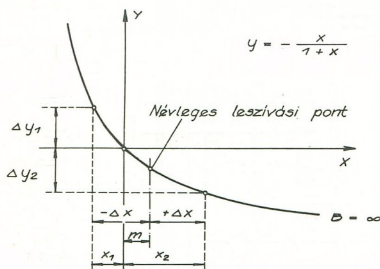
Tekintsük a hibagörbéket olyan hiperbolikus függvényértékeknek, melyeknek általános alakja

$$y = \frac{ax}{cx + b} \tag{11}$$

Az x–y koordináta rendszerben (8. ábra) a B = ∞ hibagörbe x = o helyen y = o és átmegy a P_1 (–0,5,1) illetve P_2 (1,–0,5) pontokon. Jelen esetben további feltétel, hogy a = 1.



8. ábra



9. ábra

Az adott feltételek mellett a P_1 és P_2 pontok adatainak segítségével c és b értékei a (11) összefüggés alapján meghatározható. Azaz

$$y_1 = \frac{x_1}{cx_1 + b} \tag{12}$$

$$y_2 = \frac{x_2}{cx_2 + b} \tag{13}$$

Az x_1 és x_2 behelyettesítése és az egyenlet megoldása után a B = ∞ hibagörbe egyenlete

$$y_{B=\infty} = -\frac{x}{1 + x} \tag{14}$$

Mintavétel során csak elvileg történik a gázminta elszívása egy megadott értéknél. A valóságban – a mintavevő hibaszórása miatt – a névleges értékhez képest felfelé és lefelé eltérhet. Ennek megfelelően mérési hiba keletkezik, amelynek nagysága:

$$\Delta y_{1,2} = f(x \pm \Delta x) \tag{15}$$

A 9. ábra jelölései szerint:

$$x_1 = m - \Delta x \tag{16}$$

$$x_2 = m + \Delta x \tag{17}$$

Ezzel a (14) összefüggés alapján

$$\Delta y_1 = -\frac{m - \Delta x}{m - \Delta x + 1} \tag{18}$$

$$\Delta y_2 = -\frac{m + \Delta x}{m + \Delta x + 1} \tag{19}$$

Mivel a hibagörbe a névleges leszívási ponthoz képest aszimmetrikus, a leszívási hiba nyilván akkor optimálisan kicsi, ha

$$|\Delta y_1 = \Delta y_2| \tag{20}$$

azaz

$$\left| -\frac{m - \Delta x}{m - \Delta x + 1} \right| = \left| -\frac{m + \Delta x}{m + \Delta x + 1} \right| \tag{21}$$

A (21) egyenleg rendezése és megoldása után az m értékére az alábbi összefüggést kapjuk

$$m = \sqrt{\Delta x^2 + A} - D \tag{22}$$

Mindez azt jelenti, hogy a pormintavevők hibaszórása miatt a lehetséges legkisebb mérési hiba érdekében a leszívás névleges értékét az x = o-hoz képest – helyesen – egy meghatározott m értékkel mindig nagyobbra kell választani.

A hibaszámítás gyakorlati vonatkozásai

Az előzőkben tett matematikai megfontolások eredményeit gyakorlati szempontból célszerű a 10. ábrán feltüntetni.

Ebben az esetben a leszívási hiba

$$\pm H = \frac{B}{1 + B} \; \frac{\pm \Delta\omega - \omega_N + 1}{\mp \Delta\omega + \omega_N} \tag{23}$$

ahol:

$\pm H$ – a leszívási hiba felső és alsó határa

$\pm\Delta\omega$ – a pormintavevő hibaszórásából adódó leszívási viszony eltérése

ω_N – a leszívási viszony névleges értéke

B – hasonlósági szám (lásd (10) egyenlet)

Adott pormintavevő névleges leszívási viszonyának előzetes meghatározása az alábbiak szerint történhet.

$$\omega_N = \sqrt{\Delta\omega^2 + A + D} \tag{24}$$

A = 0,25
D = 0,5

10. ábra

Konkrét mérés során a névleges leszívási viszony utólagos ellenőrzése a következők szerint számolható:

$$\omega_N = \sqrt{\frac{\Delta p_v}{\Delta p'_v}} \tag{25}$$

Belsőtéri leválasztású pormintavevő esetén (4. ábra)

$$\Delta p'_v = K\, d_o^4\, p_d\, \frac{p_{cs}}{p_v} \tag{26}$$

Külsőtéri leválasztású pormintavevő esetén (5. ábra)

$$\Delta p'_v = K\, d_o^4\, p_d\, \frac{p_{cs}}{p_v}\, \frac{T_v}{T_{cs}} \tag{27}$$

A (26) és (27) összefüggésekben

$$K = \frac{0{,}15685}{10^3 \cdot k_v^2} \tag{28}$$

ahol:

Δp_v – a Venturi-cső tényleges mérő nyomása, Pa

$\Delta p'_v$ – a Venturi-cső ellenőrző mérő nyomása

p_d – a főgázáram dinamikus nyomása, Pa

p_v – a Venturi-csőben áramló gáz abszolút nyomása, Pa

p_{cs} – a főgázáram abszolút nyomása, Pa

T_v – a Venturi-csőben áramló gáz abszolút hőmérséklete, K^O

T_{cs} – a főgázáram abszolút hőmérséklete, K^O

k_v – a Venturi-cső átfolyási állandója

IRODALOM

[1] SEREGE, Sándor: Az S–20 porkoncentrációmérő ciklonszonda prototípus vizsgálata VEIKI HTF–2 kutatási jelentés 1974.

[2] Labor MIM: S–20 Porkoncentráció meghatározó ciklonszonda Gépkönyv. Típusszám: OC–901/1, 2, 3, (5931)

[3] MSZ 21853/3–75. Légszennyező források vizsgálata. (Javaslat) Összes szilárd anyag emisszió meghatározása.

Városi szemetet tüzelő ipari erőmű

A birminghami Imperial Metal Industries (IMI) vállalat átalakította erőművét háztartási szemét tüzelésére. Az átalakítást 250 000 £ költséggel hajtották végre, és már 1976 eleje óta folyik a próbaüzem, egyre növelt arányú szemétmennyiséggel. Megfelelő szabályozással, széntüzeléssel kombinálva már 50% arányú szemetet tudnak eltüzelni. Az IMI 50 MW-os erőműve 93 ha területű ipartelepet lát el villamos energiával és technológiai hővel. A vállalat egyébként Anglia egyik legnagyobb titán-, réz-, fém- és fémötvözet-ellátója. A szemétdaraboló a szemetet 5 cm-nél kisebb darabokra aprítja, s egyben kiválogatja a fémeket újbóli felhasználásra.

(Energy International, 1976. jun.)

KAKAS JÁNOS - VIGYÁZÓ GYÖRGY
(ERŐTERV)

PORSZENNYEZÉS MEGHATÁROZÁSA ELEKTROSZTATIKUS TÖLTÉS MÉRÉSÉVEL

Porszállító technológiai berendezésekben a porszemcsék mozgásuk során egymással, a szállítóberendezés falával, valamint mérés céljára az áramlás útjába helyezett érzékelő szondával ütközve elektromos töltéseket adnak át. Ezt a fizikai tényt felhasználva a szerzők kísérleteket folytattak a porszállító berendezések minden fajánál az elektrosztatikus töltés mérésén alapuló módszerrel. Megállapították, hogy egyszerű, olcsó és nagyon jó stabilitású mérésrendszer az, ha a szállítandó anyagban a célnak megfelelő helyen elhelyezett szondán keletkező elektromos töltésmennyiséget mérjük.

ETO: 621.867.8:681.123

Bevezetés

A dörzselektromosság ismert jelenség. Kevésbé ismert, de magától értetődő, hogy dörzselektromos jelenség tapasztalható gyakorlatilag minden olyan esetben, amikor két test egymással mechanikai kölcsönhatásba lép. A két test atomjai között fellépő elektrodinamikai hatás következtében az egyik testről töltéshordozók válhatnak le és adódnak át a másik testnek, ilymódon a két test között potenciálkülönbség léphet fel. Mint minden mikroszkópikus hatás makroszkópikus módszerekkel akkor figyelhető meg, ha az többször egymásután ismétlődően egyirányba hat. A két test érintkezése során keletkező elektromos töltésátadás jelensége pl. igen jól megfigyelhető a porszállító technológiai berendezésekben, ahol a porszemcsék mozgásuk során egymással, a szállítóberendezés falával, vagy éppen a hatás észlelésére szolgáló, az áramlás útjába helyezett érzékelő szondával ütközve ismételten létrehozzák ugyanazon fizikai hatást.

Kísérleti módszer

Kísérleteinkben elsődlegesen minden mennyiségi következtetés nélkül azt vizsgáltuk, hogy a legkülönbözőbb – folyamatosan és ciklikusan működő – porszállító berendezésekben az egyes üzemállapotok, illetve a ciklikus működésű berendezések ciklusainak egyes fázisai jellemezhetők-e, a mozgó por útjába helyezett,a szállítóberendezés falától elektromosan elszigetelt szondán lévő elektromos töltésmennyiség mérésével.

A kísérleteket a következő esetekben végeztük el.

1. Aerációs szállítócsatornában. A csatorna különböző metszeteiben mértük az elektromos töltésmennyiséget
   a/ normál
   b/ üres
   c/ dugult üzemállapotban.
2. Mértük a keletkezett töltésmennyiséget abban az esetben, amikor a porszemcsék pusztán gravitációs erő hatására mozogtak. Pl. egy felső tartályból alatta elhelyezett zárt edénybe történt a por áttöltése.
3. Vizsgáltuk a keletkezett elektromos töltésmennyiséget akkor is, amikor nagy nyomású levegővel, zárt csővezetékben, nyomás alatt történt a szállítás. Az indító tartálytól különböző távolságra, a szállítási ciklus különböző fázisában, különböző szállítási jellemzők esetében mértük a keletkezett elektromos töltésmennyiséget.

Kísérleteink második szakaszában kvantitatív vizsgálatokat végeztünk. Egy szélcsatornában, reprodukálható körülmények között vizsgáltuk a keletkezett elektrosztatikus töltésmennyiséget. Ezen mérések során a következőket vizsgáltuk.

4. A keletkezett elektromos töltés hogyan függ a szállítólevegőben lévő por mennyiségétől.
5. Az elektromos töltésmennyiség hogyan függ a szállítás sebességétől.
6. Hogyan függ a keletkezett elektromos töltésmennyiség a szemcsemérettől.
7. A kísérleteket különböző anyagú porokkal folytattuk, de vizsgálatainkat a gyakorlatban előforduló legfontosabb, legáltalánosabb levegőt szennyező anyagokra korlátoztuk.
8. Vizsgáltuk, hogy milyen makroszkopikus körülmények között keletkezik elektromos töltés.
9. Az összes fentiekben ismertetett kísérletek során magyarázatot kívántunk kapni a már kezdetben általunk is megfigyelt és igen csekély irodalmi utalás majd mindegyikében említett „megmagyarázhatatlan időszakos polaritás váltás” okára.

A későbbiek könnyebb megérthetőségének kedvéért bevezetésként rögzítjük a kísérletekből egyértelműen adódó következtetéseket. Az elektromos töltés három – fizikailag azonos, de technológiailag megkülönböztetendő – hatás következtében jöhet létre.

a/ *Falhatás* alatt azt értjük, hogy egy bizonyos vizsgált porszemcse a szállítóberendezés földelt falának ütközve általában elektrontöltést ad át a falnak, így a szemcse további mozgása során a falhoz képest pozitív töltéssel fog rendelkezni. A faltól elszigetelt elektromos szondának ütközve a szondán rekombinálódik, azon „pozitív töltést ad le", illetve a levezető ellenálláson ennek megfelelő polaritású áramot hoz létre.

b/ A *szondahatás* alatt azt értjük, hogy azon szemcsék, amelyek a fallal azonos potenciálon vannak (áramlásuk során a fallal nem érintkeztek, vagy a fallal történt ütközés után, további útjuk során rekombinálódtak), ütköznek a szondával. A szondával való ütközés során ugyanazon jelenség játszódik le, mint az „a" esetben a fallal, vagyis ütközésük során a szondának adnak át elektront. Az azonos fizikai hatás létrejöttével a szondán az „a" pontbeli falhatáshoz viszonyítva ellentétes polaritású elektromos töltést, illetve áramot érzékelünk.

c/ Harmadik hatásként említjük az úgynevezett *térfogathatást*. Ez elsősorban akkor lép fel, ha a porkoncentráció nagy. Ebben az esetben ugyanis a hordozó gázzal együtt áramló szemcsék száma nagy, a szemcsék mozgásuk során elsősorban egymással ütköznek és így egymásnak adnak át elektromos töltést. A viszonylag lassabban mozgó nagyobb szemcsék vesznek fel elektrontöltést (vagyis a nagyobb szemcsék szerepelnek falként). Az áramló keverék azon térrészében, ahol a finomabb szemcsék előfordulása nagyobb, pozitív töltésmennyiség mérhető, míg a durvább frakciót tartalmazó térrészben ezzel ellentétes.

Ezen három eset megkülönböztetésével magyarázatot kaptunk a 9.pontban említett „megmagyarázhatatlan polaritásváltozás" okára is. Polaritásváltozás bekövetkezhet „hígáramú áramlás" esetében, attól függően, hogy az áramlási viszonyok megváltozásával a szondát érő szemcsék elsődlegesen a fallal léptek-e kölcsönhatásba vagy a szondával, ill. ha kölcsönhatásba léptek a fallal, akkor a szondával történő kölcsönhatás előtt rekombinálódtak-e, vagy sem. Ugyancsak polaritásváltozás léphet fel egy adott helyen akkor, ha pl. egy aerációs csatornában változik a szállított anyagréteg vastagsága, vagyis a finom és durva szemcsék térben való eloszlása, mert a szondát egyszer a dominánsan pozitív töltésű finom frakció, egyszer pedig a negatív töltést reprezentáló durva frakció éri.

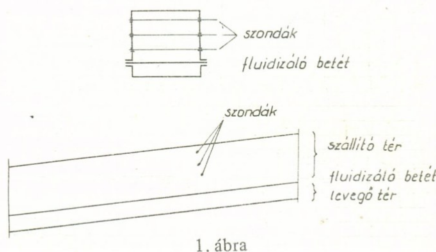
A fal, a szonda, és a térfogati hatás megkülönböztetésével, illetve felismerésével nemcsak magyarázatot kaptunk a polaritásváltás okaira, de a polaritásváltás jelenségét a szonda helyének megfelelő megválasztásával, különböző méréstechnikai feladatok megoldására tökéletes biztonsággal alkalmazni tudjuk. (Szintmagasságmérés zárt tartályban, aerációs csatornában áramláskép kimérése stb.)

A fentiek ismeretében, továbbá – mint tettük – az érzékelő szonda helyének gondos megválasztásával elérhető az, hogy az elhelyezés helyén mindig egyfajta hatás domináljon, azaz a polaritásváltás kiküszöbölhető a higáramú poremissz·. mérésnél.

A technológiai rendszerben végzett kísérletek eredményei

A technológiai jellegű kísérleteket minden esetben erőművekben pernyeszállító berendezéseken végeztük.

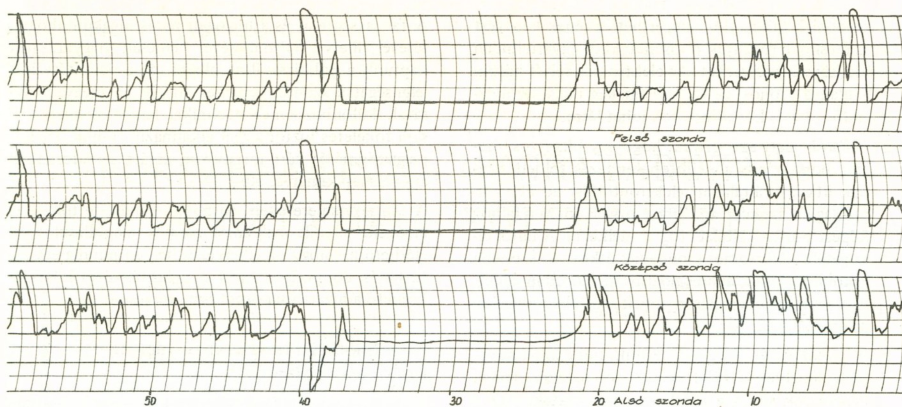
Aerációs szállítócsatornában, amelynek kereszt- és hosszmetszete az 1. ábrán látható, az ábrán feltüntetett helyeken helyeztünk el elektromosan szigetelt 2–3 mm vastagságú fémszondát. Ezek mindegyikén egyidőben mértük és regisztráltuk a keletkezett elektromos töltésmennyiséget. A felvett regisztrátumot



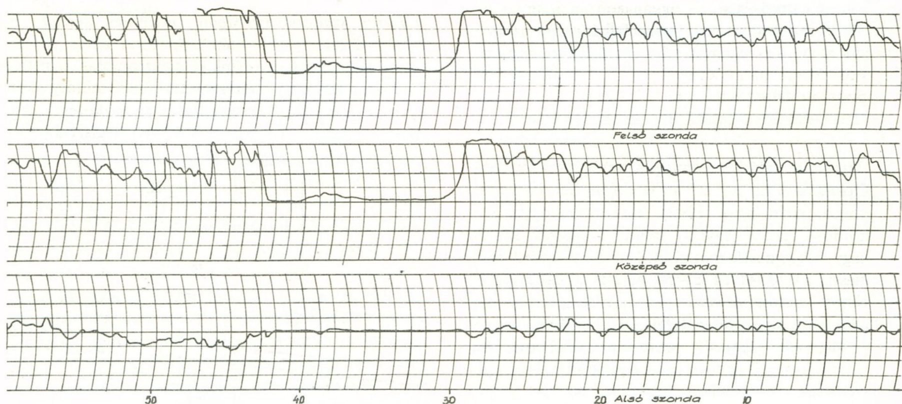
1. ábra

mutatják a 2/a és 2/b ábrák. Az aerációs csatorna alsó térrészében ventillátorral benyomott levegő, az alsó térrészt a felsőtől elválasztó fluidizációs betéten keresztül haladva, a felső térrészben lévő pernyét fluidizálja. Mivel a szállítócsatorna hosszirányba állandó lejtéssel bír, a fluidizált pernye a lejtés irányában folyadékhoz hasonlóan gravitáció hatására mozog. Mindkét diagramban a görbék ábrán elfoglalt helyzete megfelel a beépített szondák helyzetének. Vagyis a legfelső görbe a legmagasabban, a középső görbe a középen, az alsó pedig az alul elhelyezett szondákon mért töltésmennyiségek regisztrátuma. A szondák sorrendben a csatorna porterének 4/5, 3/5 és 2/5 magasságában voltak elhelyezve.

A 2/a regisztrátum felvételekor a csatornába szállított anyagmennyiség „szintmagassága" az alsó harmadban



2/a ábra



2/b ábra

volt, míg a 2/b ábrán kb. 2/5 magasságig volt a csatorna megtöltve. A 2/a ábrán a t = 20 s-nél a csatornába folyó pernye hozzááramlást megszüntettük, mindhárom szonda egyértelműen mutatta azt, hogy alig 3 s alatt a mért elektromos töltés nullára csökkent, mert a pernye a csatornából elfogyott. A 37 s-ban az adagolókat újból indították és az adagolók felett addig felgyűlt pernye hirtelen tódult a szállítócsatornába. A „szintmagasság" megnőtt, ennek hatására az alsó szonda a 38–39 s-ban a durva szemcsét reprezentáló rétegbe került és a mért töltés az előzőek alapján polaritást váltott. Rövid ideig, amíg a „szintmagasság" az alsó szonda beépítési magassága alá nem csökkent – az alsó szondán mért elektromos áram ellenkező polaritású volt a többi vizsgált szondához képest.

A 2/b ábrán, mint már említettük a 0–30 s közötti úgynevezett normál üzemállapot idején a pernye „szintmagassága" kb. 2/5 csatornamagasság volt. Vagyis az alsó szonda az állandóan mozgó határrétegben volt, amely a sűrű fázisú réteget választja el a híg fázistól.

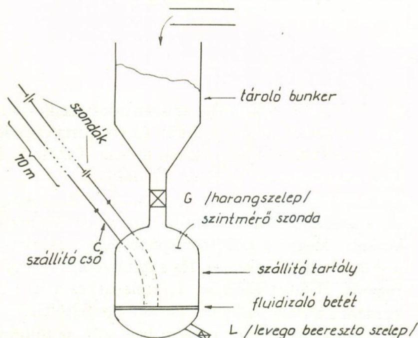
Jól megfigyelhető ennél a szondánál a labilis állapot és az állandó polaritásváltás, amely annak következménye, hogy a határrétegben lévő szonda hol a sűrű fázis, hol az ellentétes polaritású híg fázis hatásainak volt kitéve.

A 25. másodpercben a csatorna végén megszüntettük a kiáramlást. A regisztrátum jól mutatja a 30 s-ban bekövetkező teljes csatornadugulást.

A 42. másodpercben nyitottuk a csatorna végét, amelynek hatására újból megindult az áramlás. Az alsó szonda mutatja, hogy kb. az 52. s-ig folyamatosan negatív töltést érzékelt, vagyis folyamatosan a „sűrű rétegben" volt, sőt a középső szonda regisztrátumán is látható, hogy a „szintmagasság" időnként az ott beépített szondát is megközelítette.

Kísérleteinket a legkülönbözőbb átmérőjű és elrendezésű csatornákon megismételtük és egyértelműen megállapítottuk, hogy több egymással párhuzamosan elhelyezett vízszintes szonda alkalmazásával a mérőhelyek számától függő pontossággal mindenkor megállapítható a csatornában áramló pernye „szintmagassága", illetve – ami ezzel azonos – a szállítóteljesítménye is.

A gravitációs esés közben keletkező elektromos töltésmennyiségek meghatározására vizsgálatainkat egy pneumatikus szállítótartályban elhelyezett kb. 10 cm^2 felületű szondával végeztük. A szállítótartályba a felette elhelyezett bunkerból a G harangszelep (3. ábra) megnyitása után a pernye elkezdett beömleni. A bezúduló pernyéből, amíg annak szintje a szonda szintjénél alacsonyabb volt, a pozitív töltésű finomabb frakció érte a szondát. Amikor a szondát elérte a negatív töltést reprezentáló sűrű réteg, a mért feszültség polaritása megváltozott (4. ábra).



3. ábra

Részletesebben vizsgálva a regisztrátumokat megállapíthatjuk azt is, hogy amíg a lezúduló pernyéből felporzó finom frakció érte a szondát, addig egyértelműen pozitív töltést észleltünk. Amikor a visszamaradó durva frakció a szonda környezetébe került – ha műszerünk időállandója kicsi volt –, az észlelt töltés a negatív és pozitív polaritás között ingadozott. Amikor már egyértelműen durva frakció vette körül a szondát, pozitív töltést mértünk mindaddig, míg a szonda környezetében lévő szemcsék töltésüket le nem adták a szondának, illetve a további beömlés a szonda környezetében lévő anyagot mozgatva újabb és újabb még elektromosan nem rekombinálódott durva szemcsét juttatott a szondával közvetlen érintkezésbe.

A szonda elhelyezését tekintve meg kell említeni, hogy azt természetesen nem a lezúduló anyag útjában helyeztük el, mint azt a 3. ábra mutatja.

Többszáz töltési folyamatnál regisztráltuk a szondán keletkező töltésmennyiséget és megállapítottuk, hogy a polaritásváltás egyértelműen jellemzi a szállítótartály megteltét.

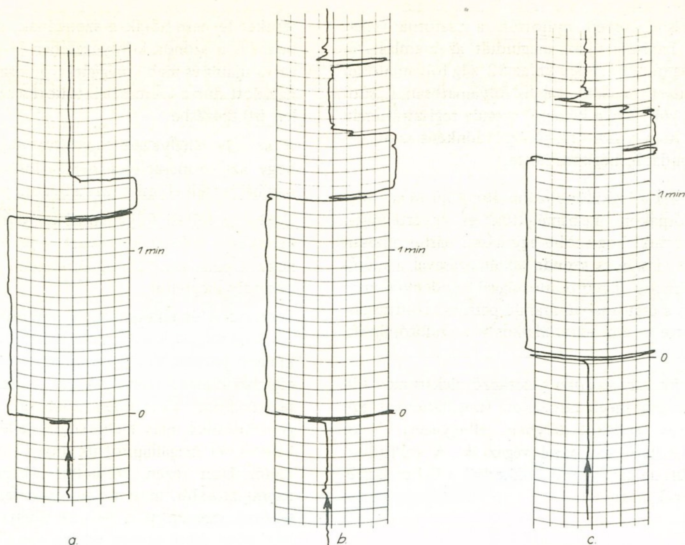
Terveztünk és elkészítettünk egy műszert, amely akkor kapcsol, ha negatív polaritást észlel. Ezen műszer kimenő jelzését összehasonlítottuk egy izotópos telítségjelző kimenő jelével. A két jelzés koincidenciáját regisztráltuk, úgyszintén többszáz esetben. A regisztrátumból más technológiai jellemzők figyelembevételével megállapítottuk, hogy a mérésmódszer és mérőműszer ezen területen történő alkalmazása üzembiztosabb, mint az izotópos teltségjelző. Az ellenőrző vizsgálatot a műszer elhelyezését követő 7. hónapban újból elvégeztük és megállapítottuk, hogy az ennyi idő után is az üzembe helyezés során meghatározott üzembiztonsággal rendelkezett.

Meg kell említenünk még egy másik szintjelzéssel kapcsolatos kísérletünket. Egy 300 m^3 silóban vizsgáltuk a silóban levő pernye szintmagasságának mérési lehetőségét. Ebbe a silóba polimax tartályokkal szállították a pernyét és közúti gépkocsikba űrítették. A beszállítás során a beszállított pernye a siló még fel nem töltött térrészében szétoszlott, vagyis az üres térrészben mindenütt volt anyagáramlás. A siló oldalfalába vízszintesen beépített elektromosan szigetelt szondákon mértük az elektromos töltést. Ha a beszállítás során aláhulló anyag érte a szondát (vagyis az nem volt még álló réteggel eltemetve), akkor nagy pozitív elektromos töltést mértünk.

Ha a szondát a már lehullott pernye egy kissé eltemette, de még az aláhulló pernye meg tudta mozgatni a szondát takaró réteget, a mért töltés ellenkező irányú volt.

Ha a szondát az aláhullott por már olyan vastag rétegben beborította, hogy a szonda körüli réteg nem mozdult meg, akkor elektromos töltést mérni nem tudtunk.

E kísérletünk azt mutatta, hogy nagyobb silóknál, ahol a tárolt anyag mozdulatlan, de a silót időszakosan ürítik és újra töltik, a szintmagasság az időszakos töltések közötti szünetekben a megelőző információt tárolva, folyamatosan jellemezhetjük a silóban a szint magasságát.



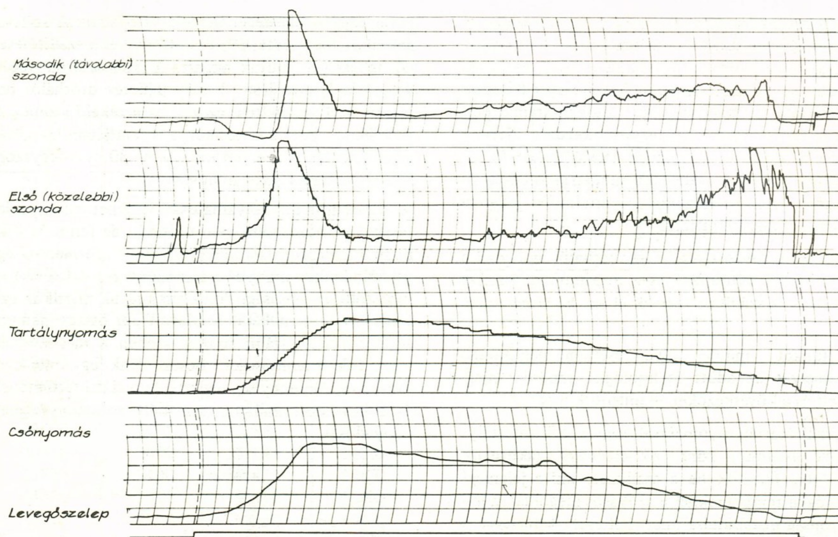
4. ábra

A harmadik, technológiai jellegű alkalmazás-technikai kísérletünk során polimax szállítótartály kiszállócsövében mértük egy-egy *szállítási ciklus során keletkező* elektromos töltésmennyiséget. Egy kb. 100 méteres kiszállítócsővel rendelkező polimax vezetékbe építettünk be két érzékelő szondát. Egyiket a szállítócső elején a tartálytól kb. 10 m-re, míg a másodikat a végétől kb. 20 m-re helyeztük el. A szondákon mért elektromos töltés mellett regisztráltuk a tartály nyomását, a csővezeték nyomását az első szondánál, és azt, hogy a G harangszelep zárásával egyidőben nyitó L levegőszelep mikor van nyitva. A polimax szállítóberendezés elvi vázlata a 3. ábrán látható, ahol a G szelepen keresztül engedik be a nagy nyomású tartály felső részébe a pernyét. Ha a tartály megtelt, a G szelepet zárják. A G szelep zárásával egyidőben nyitják az L szelepet, amelyen keresztül levegő áramlik a tartály alsó részébe, amely a felsőtől levegőt átengedő anyaggal van elválasztva. A tartály felső részébe átáramló levegő a szifoncsőszerűen elhelyezett szállítócsövön kezd eltávozni. A szállítócsövön keresztüláramló levegő a tartályban lévő pernyét is magával ragadja, aminek hatására a szállítócsőben már pernye-levegő keverék kezd áramlani. Tekintettel arra, hogy a szállítócső ellenállása a pernye-levegő keverékre nézve nagyobb, a szállítótartályban lévő nyomás növekedni kezd. Egységnyi szállítólevegőben levő pernye mennyisége egy bizonyos határig nő, majd beáll egy relatív egyensúly, ami az adott szállítórendszerre jellemző optimális érték. Ekkor pernyében legdúsabb a szállítócsőben áramló levegő. (Ezt az 5. ábra „Tartálynyomás" görbéje is mutatja.)

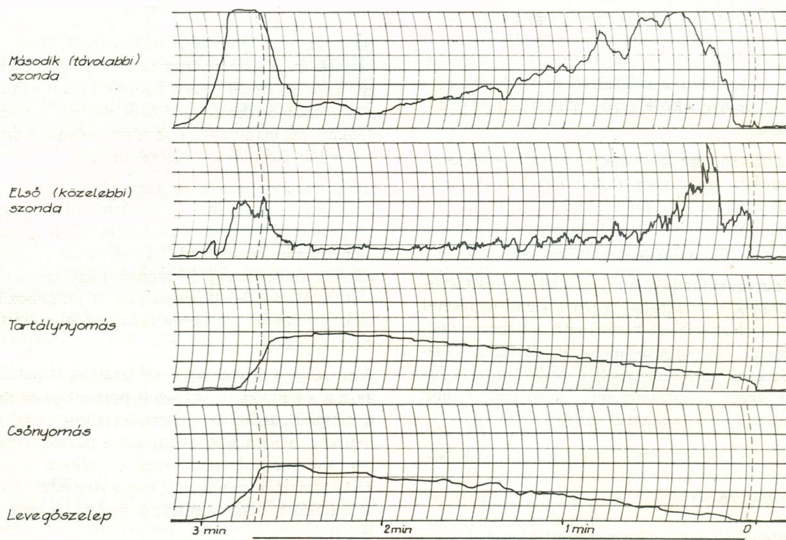
Amikor a tartályból kezd a szállítandó pernye kifogyni, a szállítócsőben rohamosan hígul a levegő-pernye keverék. Megnő a szállítólevegő sebessége és csökken a szállítótartály nyomása. Ha a tartályból az anyag kifogyott, el lehet zárni az L szelepet, és meg lehet kezdeni a tartály pernyével történő újrafeltöltését.

A polimaxnál mind a pernyével való feltöltésnél, mind a kiszállítás során kipróbáltuk az ismertetett méréstechnikai módszert és többszáz ciklust regisztrálva megállapítottuk, hogy a szállítócsőben elhelyezett fém-szondán keletkezett és mért elektromos töltésmennyiséggel a szállítás különböző fázisai, de elsősorban a szállítás befejeztét jelentő felhígulás egyértelműen jellemezhető.

Az 5/a–5/b ábrán az alsó vonal jelzi azt, hogy a szállítólevegő-szelep mikor volt nyitva. A „csőnyomás" görbe a csővezetékben uralkodó nyomást mutatja (teljes kitérés 2 kp/cm^2) a szállítótartálytól mintegy 20 méter távolságban. A „tartálynyomás" a tartály „tiszta levegő" terében mért nyomást mutatja (végkitérés 3 kp/cm^2). Az ábrák feltüntetik a tartálytól számított első szondán, és a szállítócső vége felé elhelyezett második szondán mért elektromos töltésmennyiséggel arányos kitéréseket is.



5/a. ábra



5/b ábra

Az 5/a ábra egy olyan teljes szállítási ciklust ábrázol, amikor a szállítólevegő-szelepet a szállítótartály-nyomás minimuma zárta el. A 4. és 5. diagramvonalból látható, hogy a szállítás megindításától számítva kb. 140 s múlva a mért elektromos töltésmennyiség rohamosan nő. Csökken az egységnyi idő alatt a szondát érő szemcsék száma, de lavinaszerűen megnő az egyedi szemcsék sebessége. Ez jellemzi a tartály és a szállítócső együttes kiürülésének kezdetét. Egy bizonyos idő után a szemcsék sebességnövekedésének

üteme lelassul és kezd csökkenni a szemcsék száma is, majd a szállítórendszer kiürülésével teljesen kifogy az anyag, amely elektromos töltést létre tudna hozni. (A regisztrátum maximuma utáni leszálló ág.) Kísérleti úton megállapítottuk azt, hogy a csőben áramló pernye - levegő keverék felhígulásának kezdete, illetve a szemcse sebességnövekedésének lecsökkenése (a regisztrátum maximum kitérése) minden más eddig alkalmazott mérésmódszernél egyértelműen jellemzi a szállítórendszer kiürülését.

Az 5/b ábrán olyan regisztrátum látható, amelynél a szondán mért töltésmennyiség maximumát észlelve állították le a szállítást (zártuk el az L levegőszelepet).

Kísérletünket minden olyan esetben megismételtük, amelyet az adott technológiai rendszer megengedett és a következőket állapítottuk meg:

Ha a szállítótartály nyomásával, vagy a szállítótartályban levő minimum szintjelző jelzésével szakítottuk meg, illetve fejeztük be a szállítást, ami a jelenlegi technológiai rendszereknél a szokásos megoldás, a jelzésbiztonság instabilitása miatt két eset lehetséges: a szállítórendszert vagy feleslegesen hosszú ideig öblítettük át levegővel (igen nagymértékű nagynyomású levegő túlfogyasztást eredményez), vagy pedig túl hamar történt a szállítás befejezése, és a tartályban, illetve csőben még pernye maradt. Ez a levegőbeáramlás megszüntetésével a szállítócsőben lerakódik és a lerakódott pernye a következő szállítási ciklusban dugulást okoz.

Ha a szállítócső vége felé elhelyezett (második) szondával érzékelt elektromos töltést figyeltük és az ismertetett diagram maximum kitérésével fejeztük be a szállítást, optimális megoldást kaptunk, vagyis sem a túlöblítést, sem a dugulás jelenségét nem észleltük.

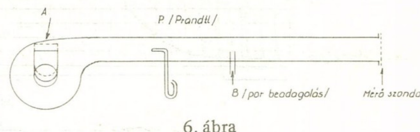
Nyugodtan mondhatjuk, hogy az elektromos töltésmennyiségnek a szállítócső végén történő mérésével sokkal üzembiztosabban vezérelhető a polimax szállítórendszer, mint más technológiai jellemzőket észlelő műszerrel, mert nemcsak a szállítótartály, hanem az egész szállítórendszer kiürülését tudjuk üzembiztosan megállapítani és észlelni.

Laboratóriumi kísérletek

A technológiai rendszerekben végzett kísérletek után laboratóriumi kísérletekkel elsősorban a kisebb mértékű porkoncentráció esetén kívántunk mennyiségi méréseket végezni.

Kísérleteinket szélcsatornában végeztük, ahol a (6. ábra) ventillátor szívóoldalán elhelyezett (A) szabályozóval a csatornába áramló levegő mennyiségét és ezzel együtt sebességét tudtuk változtatni. A szélcsatornába elhelyezett (P) Prandtl csővel a szállítólevegő sebességét tudtuk mérni. A szélcsatorna végén 4x4 mm lyuknyílású, 1 mm Ø-jű réz dróthálót helyeztünk el szigetelten, ez volt az érzékelő szonda. A vizsgálandó port a szélcsatorna B pontjában levegővel adagoltuk be. A szélcsatorna 210x280 mm négyszög-keresztmetszetű, kb. 4 m hosszú volt.

A szélcsatornába folyamatosan, mérhetően egyenletesen port beadagolni nem tudtunk, de feltételeztük, hogy a szélcsatornán keresztüláramló pormennyiséggel mindenkor arányos a rács-szondán mért elektromos töltésmennyiség. Pontosan tudtuk mérni az egy időintervallumon belül beadagolt por összes mennyiségét, és regisztrálni tudtuk időben a rács-szondán mért töltésmennyiséget. Bevezettünk egy mérőszámot, a töltésmennyiség regisztrátum alatti területének és a beadagolt milligramban mért pormennyiségnek hányadosát.



6. ábra

Ha a beadagolt por összes mennyiségét, illetve a porbeadagolás sebességét (vagyis a levegő-porkeverék hígításának mértékét) széles határok között változtatva a mérőszám értéke nem változik, akkor a műszer mindenkori pillanatnyi kitérése a szélcsatornán áthaladó por mindenkori mennyiségével arányos.

A kísérlet első szakaszában ezen feltételezést kívántuk bizonyítani. A további paraméterektől való függések vizsgálatánál történő összehasonlításnál ugyanezen mérőszámot alkalmaztuk. A mérőszám alkalmazásának jogosultságát egy 16 mérésből álló kísérlettel igazoltuk. Állandó levegősebességnél 16 különböző gyorsasággal, különböző pernyemennyiséget juttattunk a szélcsatornába.

A méréseredmények az 1. táblázatban láthatók, ahol az első oszlopban a beadagolt pormennyiség mg-ban, a második oszlop a regisztrátumgörbe alatti terület mértéke, a harmadik oszlopban a pormennyiség mg-ban osztva a görbe alatti integrál értékével látható (ez az alkalmazott mérőszám), míg a negyedik oszlopban a számított porkoncentráció mg/m^3 levegő értéke látható.

A táblázatból kitűnik, hogy ha a porkoncentráció átlagértéke 18,2–596 mg/m^3 között változik, az önkényesen választott mérőszám értéke 8,004–13,149 között ingadozott. Ha korrelációs számítást végzünk a pormennyiség és görbe alatti területre vonatkoztatva, úgy a korrelációs koefficiensre 0,9465-öt kapunk

eredményül. Vagyis igen szoros az összefüggés, jogos a feltételezésünk, hogy a műszer kitérése a mindenkori pormennyiséggel arányos.

1. táblázat

M	J	$\frac{M}{J}$	$\frac{M}{T}$
21751	1850	8,506	262
4750	550	11,579	18,2
13428	1225	9,122	163
9538	868	9,101	57,7
3780	473	12,513	32
7810	854	10,935	53,4
17796	2010	11,296	167,0
25486	2040	8,004	307
22979	1996	8,686	138
3950	357	9,038	19,5
21571	1925	8,924	260,0
19671	2465	12,531	207,0
20458	2690	13,149	343,0
23779	2490	10,471	336,0
34420	3310	9,616	584,0
27964	2720	9,727	596,0

Ezeket a számításainkat minden egyes kísérleti sorozaton belül elvégeztük (összesen 35 csoportban végzett 178 mérés). A csoportonkénti mérések számával súlyozott korrelációs koefficienseinek átlagértéke 0,882 volt, a korrelációs koefficienseinek gyakorisága a 7. ábrán látható. Ha csak egy meghatározott anyagra, talkum porra vonatkozó mérési eredményeket nézzük meg (11 méréscsoportban végzett 81 mérés), akkor a mérések számával súlyozott korrelációs koefficiens 0,963 volt, vagyis igen szoros kapcsolatot mutat.

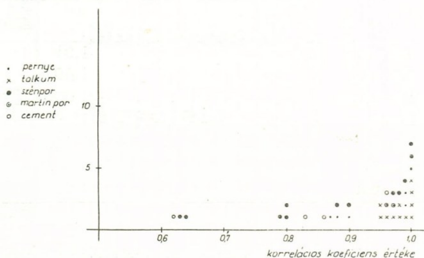
Az első fejezet 4. pontjában feltett kérdésünkre egyértelmű válaszként lerögzíthetjük, hogy a kísérleti szélcsatornán elhelyezett szondán keletkezett töltésmennyiség a szélcsatornán áthaladó mindenkori pormennyiséggel lineárisan arányos.

Kísérleteink második szakaszában azt vizsgáltuk, hogy a szállítólevegő sebessége hogyan befolyásolja a szondán keletkezett töltésmennyiséget és ezzel együtt az általunk választott mérőszám értékét.

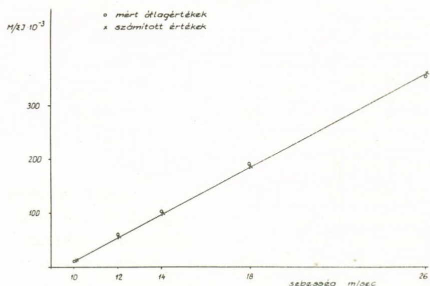
A 2. táblázatban,ill. 8. ábrán egy kísérletsorozat összefoglalása látható. A táblázat első oszlopában a szállítólevegő sebessége m/s-ban, a második oszlopban az azonos sebességnél végzett mérések száma, a harmadik oszlopban a kapott mérőszámok átlagértéke, a negyedik oszlopban az összes egyedi mérések eredményéből lineáris regressziós számítással az első oszlopban feltüntetett sebességnél számított mérőszám értékei láthatók. Az utolsó oszlopban az azonos sebességnél végzett méréscsoportokra vonatkozó korrelációs koefficiens értéke látható. Ezen kísérletünkben ugyancsak talkum port alkalmaztunk.

2.táblázat

$V_{(m/s)}$	n	$\frac{J}{M}$ mért	$\frac{J}{M}$ számított	r_{csop}
10	4	0,01253	0,01576	0,9831
12	4	0,05859	0,05918	0,9465
14	16	0,102	0,1026	0,9485
18	7	0,19571	0,18944	0,974
26	4	0,35826	0,36312	0,9994



7. ábra



8. ábra

Azt, hogy lineáris regressziós számítás alkalmazása jogos, vagyis a sebességtől lineárisan függ a kapott mérőszám értéke, ismét csak feltételeztük. Azt mondtuk: ha a linearitás széles határok között fennáll és igazolható, akkor a számítási módszer alkalmazása jogos. Jogos az a feltételezésünk, hogy a szállítólevegő sebességével arányos egy bizonyos porkoncentráció esetén a műszer kitérése.

A táblázat 3–4. oszlopának összehasonlítása már egyértelműen mutatja azt, hogy a 10 m/s sebesség kivételével a mért átlagértékek – az összes méréseredmények felhasználásából lineáris regressziós módszerrel számított értéktől – 2%-nál jobban nem térnek el, ha a sebességet 10–26 m/s között változtatjuk. A feltételezés jogosságát igazolta további 7 sorozatban, 37

csoportban végzett kb. 200 mérés, ahol sorozatonként elvégeztük a regressziós számítást.

Minden méréssorozatnál meghatároztuk a lineáris regressziószámitás r és e korrelációs együtthatójának értékét. Mint ismeretes, ha ezek nem térnek el túlságosan egymástól, akkor a lineáris összefüggés igazolt.

A 3. táblázatban feltüntettük a különböző anyagoknál kapott $\frac{e}{r}$ értéket.

3. táblázat

Anyag	$\frac{e}{r}$
talkum	1,01
pernye	1,0074
Martin por	1,000
Lignit	1,065
Lignit	1,022
Cement	1,012
Szénpor	1,026

A 7. sorozatban, 30 csoportban végzett 130 méréseredményből a mért és számított átlagértékek átlagosan 4,48%-ban térnek el. Ezen belül pl. a pernye esetében az átlageltérés 3,93%, martinpor esetében 0,55%, lignit esetében 3,53% volt.

A fentiekből megállapítható, hogy lineáris regressziós számítási módszer alkalmazása jogos, *lineáris összefüggés van a keletkezett töltésmennyiség és a szélcsatornán áthaladó pormennyiség kinetikus impulzusa (MV) között.*

A következőkben a töltésmennyiségnek szemcseméret-eloszlástól való függését vizsgáltuk. Erre vonatkozólag még csak becsléseket tudunk tenni, tekintettel arra, hogy rendkívül nehéz és fáradságos a kísérletekhez szükséges szűk határok közötti szemcseeloszlású pormennyiséget biztosítani. Azt már most látjuk, hogy az előző két megállapításunkat korrigálnunk kell annyiban, hogy a keletkezett töltésmennyiség a milligrammban mért tömeg helyett a szemcsék számával lineárisan arányos.

A különböző anyagok által létrehozott elektromos töltésmennyiségére vonatkoztatva sajnos ismét csak becsléseket tudunk tenni, mert a különböző anyagok vizsgálatára vonatkoztatott méréssorozatok általunk alkalmazott mérőszámainak abszolút értékei nem hasonlíthatók össze, három okból:

a/ a pornak a szélcsatornába való beadagolásánál egyes esetekben módszert változtattunk
b/ az egyes paraméterek (levegősebesség stb.) nem voltak azonosak
c/ a beadagolt porok szemcseeloszlása különböző anyagok eseteiben más és más volt.

Levonható konkluziók

A technológiai jellegű kísérletekből megállapítható, hogy a porszállító berendezések minden fajtájánál jól használható az elektrosztatikus töltés mérésén alapuló módszer. Ez alkalmas a ciklikusan ismétlődő jelenségek egyes fázisainak meghatározására, így például

- a polimax szállítótartály megtöltésének és
- a szállítási ciklus befejezésének jelzésére.

A folyamatos szállítási módszereknél a folyamat jellemzésére, a szállított anyagmennyiségre vonatkozó következtetésekre egyszerű, olcsó és nagyon jó stabilitású mérésmódszer az, ha a szállítandó anyagban a célnak megfelelő helyen elhelyezett szondán keletkező elektromos töltésmennyiséget mérjük.

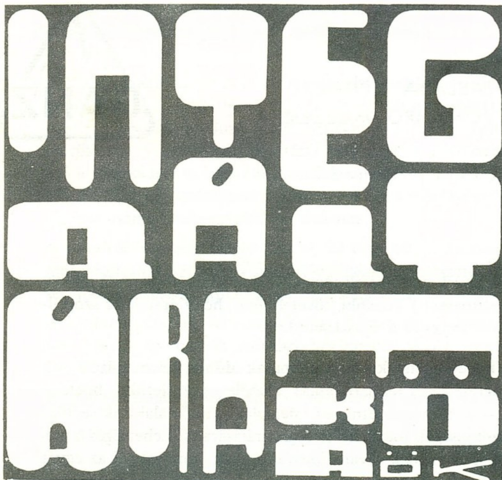
A modern elektronikai építőelemekkel ma már igen könnyen tudjuk a szonda felületétől, az áramló anyag mennyiségétől és sebességétől függő, nagyságrendileg 10^{-6}–10^{-10} W teljesítménynek megfelelő töltésmennyiséget mérni.

A laboratóriumi kísérletek – amelyet már technológiai rendszerekben is ellenőriztünk – azt mutatják, hogy a mérésmódszer igen alkalmas a hígáramú rendszerekben a porok mennyiségének mérésére. Alkalmas például levegőszűrő berendezések hatásfokának, porszűrő berendezések által a szabad térbe emittált por relatív mennyiségének mérésére. Az eddigi laborotóriumi mérések még nem adnak elegendő támpontot arra, hogy különböző anyagok esetén a méréseredmények hogyan vethetők össze.

A módszer hátrányául hozható fel, hogy adott anyagnál, adott esetben keletkezett elektromos töltésmennyiség a szemcseösszetétel és sebesség függvénye. A gyakorlat szerint majd minden berendezésnél mindkettő csak szűk határokon belül változhat (túl kis sebességnél a szemcsék nem szállítódnak, túl nagy sebesség a technológiai berendezést gyorsan tönkreteszi), másrészt az említett két paraméter által okozott változás igen sok esetben kompenzálódik. (Például zsákos porszűrők meghibásodása esetén csökken azok ellenállása, megnő a szállítólevegő sebessége, ugyanakkor az emittált porszemcsék átlagmérete is megnő.)

Meg kell jegyeznünk, hogy az abszolút mintavételezési módszerek is sebességfüggőek. Ezen módszereknél is mérni kell a szállítógáz sebességét.

Mindezeket összevetve megállapítható, hogy a levegő porszennyeződését okozó legfontosabb anyagok mindegyikénél esetenkénti abszolút mérésmódszerrel hitelesítve, az általunk kidolgozott mérőműszer a porszennyeződés folyamatos, relatív mennyiségének mérésére és regisztrálására alkalmas.



Szerelők,

Műszerészek

figyelem!

A RAVILL Kereskedelmi Vállalat forgalmaz különböző feladatok végzésére alkalmas

integrált áramköröket
teljesítményerősítőket,
műveleti erősítőket,
digitális áramköröket.

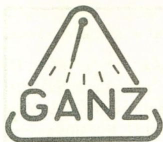
Közületi vásárlók, szolgáltató vállalatok részére

a 7. sz. fiókban
Bp. IX. Üllői út 47–49.
Telefon: 137-788

Egyéni vásárlók részére értékesítés a

RAVILL Alkatrész Áruházban
Bp. VI., Bajcsy-Zs. út 45.
Telefon: 120-827, 121-991





KAPCSOLÓTÁBLÁBA ÉPÍTHETŐ
PONTÍRÓ ÉS VONALÍRÓ MŰSZEREK

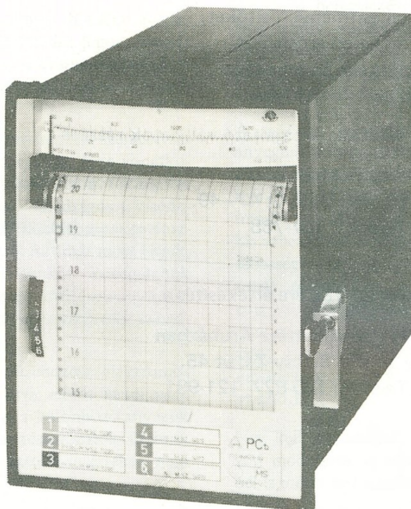


Pontíró műszerek

A szabályozási és mérési folyamatok ellenőrzése gyakran követeli meg valamilyen fizikai jellemző regisztrálását. (Pl. a szabályozott jellemző időbeni változását.) További követelmény, hogy áramjelet szolgáltató mérőátalakítók, érzékelők csatlakoztathatók legyenek a regisztrálókhoz.

A GMM – új pontírói eleget tesznek a fenti követelményeknek. Alkalmasak időben lassan változó villamos jellé átalakítható fizikai mennyiségek mérésére és regisztrálására. Elsődleges területük – hőelemmel vagy ellenálláshőmérővel összekapcsolva – a hőmérsékletmérés. Megfelelő mérőátalakítók segítségével alkalmasak természetesen más fizikai mennyiségek mérésére és regisztrálására is. Lehetséges 6 mérőhely adatait egyetlen regisztrátumon rögzíteni és vannak olyan típusváltozatok, amelyeknél az egyes mérőhelyekhez tartozó mérendő mennyiségek és méréshatárok különbözőek is lehetnek.

Így megvan a lehetőség arra, hogy ugyanarra a műszerre különböző méréshatárú hőelemeket, ellenálláshőmérőket és távadókat lehessen egyidejűleg csatlakoztatni.



A pontírók konstrukciós kialakítása

Mind a PCa, mind a PCb típusú műszerek feszítettszálas, forgótekercses mérőművel készülnek, amelynek alapérzékenysége állandó. A méréshez szükséges tápfeszültség, valamint a nullpont eltolást biztosító stabilizált feszültségforrások a műszerbe lettek beépítve.A kívánt méréshatárhoz való illesztést egységesített, forrasztással cserélhető méréshatár dobozok biztosítják. Egy és több méréshatárú kivitelben készül.

A PEa és PEb típusú műszerek csúcs-csapágyazású, forgótekercses mérőművel és beépített elektronikus erősítővel készülnek az adott méréshatárokhoz való illesztést itt is forrasztással cserélhető méréshatár dobozok biztosítják.

A PD típusjelű műszerek elsősorban automatikai mérőátalakítókhoz való csatlakoztatásra alkalmasak, bemenő jelük áramjel. Készülnek egy és több méréshatárú kivitelben. A pontírókba aranyozott érintkezőjű 6 állású többpólusú mérőhelyátkapcsoló van beépítve. Ez kis átmeneti ellenállást és a különböző mérőkörök galvanikus elválasztását biztosítja. A többméréshatárú változatoknál a mérőhelyek közvetlenül a méréshatár dobozokhoz csatlakoznak és a mérőhelyátkapcsoló ezeket kapcsolja egymás után a mérőműre. Az egy méréshatárú változatoknál a mérőhelyátkapcsoló a különböző mérőhelyeket kapcsolja egymás után a közös méréshatár dobozra.

A pontírók tápfeszültségét 220 V, 50 vagy 60 Hz frekvenciájú váltóáramú hálózatról kell biztosítani. A működtetéshez szükséges segédfeszültségek a műszeren belül vannak előállítva, így külön segédfeszültség forrás a műszer táplálásához nem szükséges.

A többméréshatárú változatnál max. három skála elhelyezésére van lehetőség, ezért a rendelésben meg kell adni, hogy melyik mérőhelyhez tartozó skálák legyenek elkészítve. Ilyenkor legcélszerűbb lineáris 0–100 osztást választani.

Az egy méréshatárú változat a méréshatárnak megfelelő skálával készül.

Pontossági osztály	1,5 a regisztrátumra vonatkoztatva az MSZ 1598 szerint
A mérőhelyek száma	1; 2; 3 vagy 6
Működési hőmérséklet	0 ... + 50°C
Beállási idő	PCa és PCb típusnál 10 s PEa, PEb és PD típusnál 1 s
Leütési gyakoriság	PCa és PCb típusnál 15 s PEa, PEb és PD típusnál 5 s
Papírszélesség	110 mm
Irásszélesség	100 mm
Papírhossz	16 méter (20 mm/ó sebességnél 30 napnak megfelelő mennyiség)
Papírfelcsévélés	automatikus, önbefűző
Papírsebesség	10–20–60 mm/ó 20–40–120 mm/ó 60–120–360 mm/ó
Műszerház	acéllemez palást, zárható ajtóval
Védettség	IP 50 csukott ajtóval
Méretek	144x192x300 mm
Súly	cca. 8 kp

Méréshatárok: PCa, PCb, PEa, PEb típusokra:

Hőelemekhez való csatlakoztatás esetén

20 ... 900°C	Fe-Ko
300 ... 600°C	Fe-Ko
20 ... 1200°C	NiCr-Ni
600 ... 900°C	NiCr-Ni
20 ... 1600°C	PtRh-Pt
600 ... 1600°C	PtRh-Pt

Ellenállás hőmérőkhöz való csatlakoztatás esetén

0 ... 150°C
50 ... 150°C
0 ... 550°C
–50 ... 150°C
–100 ... 50°C
250 ... 550°C

Potenciométeres csatlakozásra:	0 ... 100 ohm			
Feszültségmérők:	0 ... 5 mV	0 ... 10 mV	0...50 mV	0 ... 100 mV
Árammérők (PD típusnál):	0 ... 5 mA	0 ... 10 mA	0...20 mA	4 ... 20 mA

Vonalírók: RA, RV

A vonalírók alkalmasak időben lassan változó villamos mennyiségek – egyenáram, egyenfeszültség – folyamatos mérésére és regisztrálására. Mérőerősítővel egybeépítve lehetővé válik kis szintű jelek folyamatos regisztrálása.

A vonalíró mérőműve nagynyomatékú, magmágneses lengőtekercses rendszerű. A lengőtekercs tengelyére van rögzítve az egyenesbevezető szerkezet, amely kulisszás rendszerű.

A műszer központi tintatartállyal van ellátva.

A sebességváltóval három sebességfokozat állítható elő. A váltókerekek cseréjével további 6 sebességfokozat is létrehozható.

A papírtovábbító egység önbefűző rendszerű. A papír helyes futását a fékezőkar és a felcsévélő henger tengelykapcsolója biztosítja.

Pontossági osztály		1,5 a mérendő mennyiség regisztrálására vonatkoztatva MSZ 1598 szerint
Linearitási hiba		max. ± 1%
Beállítási idő:		cca. 1 s
A regisztrátum szélessége		100 mm
Használati klíma		Nk, TAk, kulcsszám 5/040/07
Védettség		IP 50
Méretek		144x192x300 mm
Súly		7 kp
Papír haladási sebesség		10 20 60 mm/ó vagy 20 40 120 mm/ó vagy 60 120 360 mm/ó.
Működtető feszültség		220 vagy 110 V 50 vagy 60 Hz
Méréshatárok:		
Árammérők	egyenáram:	2,5 ... 250 mA
	fogyasztás max.:	50 mW
		400 mA ... 6 A beépített sönttel
		10 A ... 100 A beépített sönttel
	feszültségesés max.:	60 mV
	külön sönthöz:	60 mV
Feszültségmérők:		1 V ... 2,5 V belső ellenállás 25 Ohm/V feszültségmérésnél
		4 V ... 600 V belső ellenállás 100 Ohm/V – 500 Ohm/V mérési tartományoktól függően

A műszerek csak egy méréshatárra készülnek.



GANZ MŰSZER MŰVEK

1191. Budapest, XIX.,
Vörös Hadsereg útja 64.
Telefon: 470-740
Vevőszolgálat: 471-158

DR. HAIMAN OTTÓ - SZEREDAI LÁSZLÓ
(ELTE Atomfizikai Tanszék) (MMG-AM Kutató Fejlesztő Intézet)

A KÖRNYEZETVÉDELMI MÉRÉSTECHNIKA FEJLŐDÉSE*

Szerzők a környezetvédelmi méréstechnika módszereit, eredményeit és fejlődésének problémáit tárgyalják. Kitérnek e munkaterület mértékproblémáira, végül a fejlődéssel kapcsolatos, lényegesebbnek, vagy érdekesebbnek vélt megállapításaikat mondják el.

ETO: 502.55.087:53.08

Bevezetés

A környezetvédelmi méréstechnikát világviszonylatban lényegében az ENSZ 1961 és 1972 között megtartott konferenciasorozata indította és tartja fejlődésének jelenlegi, nagy intenzitással jellemzett szakaszán. Ez nem jelenti azt, hogy pl. víz- és levegőminőségi méréseket addig nem végeztek volna. Ilyen jellegű az első vízminőségi mérésekből pl. a vastartalom meghatározása vízben rodaniddal, melyet Osann végzett 1830-ban [1]. Örömünkra szolgál, hogy nekünk magyaroknak is van mire hivatkoznunk. A városi légszennyeződés miatti egészségügyi ártalom jelentkezésére Fodor József orvosprofesszor mutatott rá és végzett méréseket [2], elsőként, 1881-ben. Vízanalítikában Winkler Lajos alkotott maradandó módszert 1888-ban [3, 4] az oldott oxigén meghatározására, mely ma is szabvány [5], még az USA–ban is [6], sőt nemzetközi ajánlást képez [7]. Ma is általánosan használatos a nitrit ion kimutatására az ún. Griess–Ilosvay reagens, mely Ilosvay Lajos vegyészprofesszor érdeme [1, 8].

Ma már klasszikus, alapvető összefoglaló műként tarthatjuk számon az alig másfél évtizede megjelent, a légszennyezők analitikájával foglalkozó Jacobs-könyvet [9]. Csaknem egy évtizede van már felszini vizekre vonatkozó nemzetközi érvényű módszertani ajánlás [7], melynek létrejöttében, majd a javított bővített kiadások megjelentetésében komoly szerepe volt a témafelelősi tisztséget ellátó MNK bizottságnak.

A hazai vonatkozású jogi-közügyi fejlődést jelzik: a magyar kormány 1/1961. sz. vízvédelmi rendelete, a Fővárosi Tanács 1/1962. sz. rendelete légtisztaságvédelemmel kapcsolatban [10], majd az 1964. évi vízügyi törvény, a vízminőség-bírságolással kapcsolatos 1968. évi rendelet, 1971-ben kormányrendelet a légtisztaságvédelmi feladatokról [11].

A jogi szabályozásokon túlmenően méréstechnikai vonatkozású is az OVH bírságolással kapcsolatos viszonylag új utasítása [12]. A témakör hazai vonatkozású legújabb és legdöntőbb állomása: az 1976. évi környezetvédelmi törvény.

Ami a rendeletek műszaki részleteit illeti: a levegőminősítés hazai normatívája 31 komponensre, a vízminőségi norma pedig 37 komponensre vonatkozóan közöl határértéket.

Mindez azonban nem jelenti azt, hogy a kérdés – akár csak törvényhozási, vagy műszaki eljárásokra kiterjedő szabványosítási vonatkozásokban is – elintézettnek tekinthető. Előadásuk soron következő részeiben – mint látni fogjuk – csaknem ugyanannyi problémát leszünk kénytelenek felvetni, mint ahány megoldott kérdésre utalunk.

A környezetvédelem folyamatos elemző módszereinek jelenlegi helyzete

Elvben a környezetvédelem mérési és ellenőrzési feladatainak leginkább megnyugtató megoldását a megbízhatóan működő folyamatos ipari mérőműszerek jelentik, mert a szakaszos mintavételek és az azt követő laboratóriumi kiértékelések csak a pillanatnyi helyzetre jellemző értékeket szolgáltatnak. Sajnos ez idő szerint folyamatos mérőműszerek csak a szennyező anyagok egy részére állnak rendelkezésre, bár egyes bevált műszerek ún. kollektív paramétert szolgáltatnak jellemzésül [13].

Levegőszennyezés ellenőrzésére a világpiacon elterjedtek a közvetlenül fényabszorpciót mérő, vagyis tisztán fizikai elvű műszerek, továbbá az oldatfázisban kémiai segédreakció után fotometrikus kiértékelést alkalmazó analizátorok, valamint elektrokémiai (poten-

*Előadásként elhangzott „A mérés és mérték az emberi művelődésben" című méréstörténeti konferencián, 1976. ápr. 29-én.

ciometriai, coulometriai, konduktometriai) elven dolgozó közvetlenül mérő berendezések. Hővezetőképesség-mérés elvén, félvezető érzékelővel működő analizátorokról is beszámolhatunk. Közös nagy problémájuk e műszereknek: a keresztérzékenység, tekintve, hogy több komponensű rendszerben kell megmérni a rendszerint csekély koncentrációjú egyik alkotót. Viszonylag kielégítően megoldott a kéndioxid [14], az összes szénhidrogén, az összes oxidáns (klór és ózon), a fluor, egyes esetekben a nitrogénoxidok és a kénhidrogén meghatározása, de lenne még bőven tennivaló a többi ellenőrzendő komponens szelektív folyamatos méréstechnikájának komplettirozásához.

A vízanalitikában problémamentesnek tekinthető a pH, a vezetőképesség és a redoxpotenciál mérése, de ezek kollektív paraméterek [15, 16]. Az oldott oxigén szelektíven mérhető, itt azonban a hosszúidejű mérés stabilitása okoz problémát. Az ionszelektív elektródok az egyes szennyező komponensek tartós üzemben történő ellenőrzését csak a fluorid-ion esetében biztosítják kellő pontossággal és reprodukálhatósággal [16, 17, 18]. Ezen túlmenően folyamatos üzemben csak egyes fémszennyezőket – Fe, Mn – tudunk ellenőrizni, mégpedig fotometrikus kémiai analizátorral [19].

Az alig pár éves multra visszatekintő anódikus stripping voltammetria jelent fémnyomok elemzésében lényegesen újat [20, 21]. A mérhetőség tartománya 0,1 ng – 100 ng közötti, a meghatározás pontossága 4 ... 6%, Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Sb, Bi és Tl elemekre. A legtoxikusabbnak számító Hg kimutatási határa azonban csak 1 ... 5 ng és a pontosság 8%.

Említeni kell még a teljesség kedvéért éaz atomabszorpciós spektrofotometriát, a gázkromatográfiát és a tömegspektrometriát, mint modern nagyműszeres elemzési eljárásokat, azonban ezek laboratóriumi módszerek.

A lebegőanyagtartalom fényszórás alapján, a szervesanyagtartalom fluoreszcencia- vagy UV-abszorpcióméréssel közelíthető, de ahány mérendő objektum, annyi probléma.

Környezetvédelmi mérő- és jelzőrendszer

A mai környezetvédelmi méréstechnikát a rendszerekkel való ellenőrzés, mérés jellemzi, különösképpen,ha a hangsúly már a megelőzésen és az eredményes beavatkozáson van. Csak mérőhálózatok biztosíthatják a kellő időben történő előrejelzést, akár lég-, akár vízszennyezési hullám át- vagy levonulásáról van szó.

Levegőszennyezés ellenőrzésében a két alapvető koncepció:

a/ Ellenőrző műszerek hálózatának telepítése, rendszerint számítógépes központi adatfeldolgozással és visszacsatolással [22];

b/ mozgó ellenőrző „rendszer" létesítése, próbavételekkel, valamint mérőkocsikra és laboratóriumi műszerparkra alapozott munkalehetőségekkel.

Telepített hálózatokra jellegzetes példa az első európai rendszer, a Rajna torkolatvidék légszennyezését ellenőrző 31 állomásos „Philips rendszer". Hasonló rendeltetésű, de vegyes műszerezésű (gyártót tekintve) az újabb Frankfurt am Main-i, vagy a München védelmét biztosító rendszer [22].

E rendszerek telepítettsége eleve feltételezi a folyamatos ellenőrzést és mérést nyujtó ipari műszereket, analizátorokat. A hálózat-telepítés igen lényeges jellemzője a költség. A Frankfurt am Main-i rendszer műszerezési költségvetése (1966-os) a központi ellenőrző állomás mérőműszereire 400 eDM-t, a számítógépes adatgyűjtés és értékelés megvalósítására 250 eDM-t irányzott elő. A kiviteli költségek ennél magasabbak lettek. Érdekes és jellemző adat, hogy 1973-ban a mérőműszerek üzemeltetési költsége éves szinten a beruházási költség kb. 15%-át tette ki.

A mozgó ellenőrző rendszerek beruházási igénye szerényebb, de rendeltetési céljuk is eltérő: első sorban tájékozódó felmérésre és ipari üzemek emissziójának ellenőrzésére alkalmasak.

Fejlett megoldásnak kell tekintenünk az egy-egy ipartelep folyamatos ellenőrzését megoldó (lézer-radar) rendszert, melyet pl. az angol Plessey cég forgalmaz. Ennek főbb jellemzői:

nem kell mérőhelyet kiépíteni,

nincs vezetékfektetés és állomástelepítés,

de van viszont drága reflexiómérés és adatfeldolgozás. Ipartelepek ilyen jellegű ellenőrzését már a SzU is alkalmazta petrolkémiai iparában.

A vízminőség védelmében is két alapvető, az előbbivel analóg alternatívát jelentő megoldás érdemel említést [23]:

a/ automatikus (telepített) vízminőségmérő monitorok rendszere;

b/ rendszeres mintavétel, pl. időprogram szerint és műszeres laboratórium az analízisek elvégzésére és az adatok kiértékelésére.

Mint harmadik lehetőség, mozgó laboratórium is jöhet számításba, amely pl. hajóra telepített mérőrendszer, ez azonban főleg folyami hossz-szelvény-ellenőrzésre vagy oceanológiai kutatásra alkalmazott megoldás. Itt a hajó után kötött mintavevő-érzékelő egység a lényeges, eltérő elem. Nagyobb cégek közül a Technikon és a Rheinmetall is forgalmaz ilyent.

Automatikus vízminőségmérő monitorok rendszerei 10 éve működnek; az elsőt az USA Ohio--vízgyűjtőjén a Schneider cég telepítette [24].

Azóta a nagy ipari államok egyre-másra fejlesztették mérőberendezéseiket és telepítették rendszereiket, így pl. Anglia, NSzK és legújabban (1976) Franciaország is, nevezetesen Párizs vízvédelmi rendszerét a Plessey francia leányvállalata kivitelezésében.

Szocialista viszonylatban úttörő jellegű az ENSz Egészségügyi Világszervezete „Hungary Project" Sajó és Felső-Duna vízminőségi ellenőrző rendszere; a Sajó rendszerén 3 működő és 2 telepítés alatti, a Dunán 2 működő mérőállomással.

E rendszerek azonban igen költségesek. Hazai viszonylatban egy-egy mérőállomás telepítése 1,5 ... ... 2,5 MFt [25]. Az üzemeltetési költségre pedig a WPCF 1975 szeptemberi londoni konferenciájának nemzetközi érvényű adata mérvadó: a telepítési költség átlag 20%-a az éves üzemeltetési költség [26].

Említést érdemelnek még az ún. *komplex nagy rendszerek*, melyek a víz-és légszennyezés mérését egyetlen rendszerben oldják meg. Ilyen a New York állam „Empire State System"-je (1969-ben adták át). Az előzetes felmérés alapján kijelölt kritikus helyeken 12 víz- és 11 levegőellenőrző állomás működik, a víznél 10, a levegőnél 18 paramétert ellenőrizve.

A környezetvédelem mértékeinek, mérőszámainak problémái

Nézzük meg ezek után a konferencia célkitűzése szellemében, hogy a környezetvédelmi munkában használatos mértékek, mérőszámok egyértelműek-e és mekkora lehet az értékességük.

A levegőt szennyező anyagok megadása mg/m^3 koncentráció mértékkel történik. Gáz halmazállapotú szennyező komponens, pl. H_2S, vagy HCl koncentrációját ez egyértelműen jellemzi. A por- és koromszennyezés más kategória. A lebegő por, mint aerosol még mg/m^3-el jellemezhető. Az ülepedő por mértéke viszont más célt szolgál; mg/km^3/év dimenziójú.

A korom mg/m^3-ben megadandó koncentrációját egyébként nem is tömeg és térfogat mérése alapján határozzák meg. Ezért a magyar előírás az egyértelművé tétel érdekében azt is rögzíti, hogy reflektometriásan mért koncentrációt ad így meg, így más módszerrel mért koncentráció ezzel nem egybevethető.

A vízminőségvédelem az alkalmazott mértéket tekintve több problémát vet fel, mint a légtisztaságvédelem. Ennek egyik oka az, hogy intenzívebb fizikai, kémiai és biológiai behatást kell minősíteni. A másik ok a méréstechnika fejlődésével függ össze: egy korábban kialakított meghatározott mérőszám – pl. Biológiai oxigénigény vagy Kémiai oxigénigény – nem, vagy csak igen rossz korrelációval hozható kapcsolatba az újabb módszerek által biztosított jellemzővel (mint pl. Total Organic Carbon).

A továbbiakban a *vízminőségi paramétereket* elemezzük röviden.

Fizikai állapotjelzők:

A zavarosság: elfogadott és használt mértékalapja a fényszórás. A különböző nemzeti szabványokban, ill. különböző műszereknél a kalibráló oldatok ugyan mg/dm^3 koncentráció értékkel jellemzettek, azonban a diszpergált anyag különböző (pl. lehet kovasav, masztix vagy formazin). A különböző kalibráló anyagokra vonatkoztatott mérési értékek így esetleg nem egyeznek: a fő probléma a kalibráló, illetve mérendő közeg diszperz fázisának méreteloszlása és szemcsealakja [27].

Szín: „Platinaszám" egyenértékkel jellemzik [7]. Ez azt jelenti, hogy hexakloroplatinát és kobaltiklorid oldatokból előállítható különböző összetételű, és így más-más színű oldatokra vonatkoztatják, színösszehasonlító hengerben vagy kolorimeterben mérve a kérdéses mérendő közeget. A színt a hexakloroplatinát tartalommal adják meg! A színméréstechnika mai állása mellett ez bizony nagyon hagyományos és empírikus „mérték".

Fizikai-kémiai jellemzők

pH: A minősítendő közeg mérhető jellemzője az oldat hidroxonium-ion (proton) aktivitása, mely a disszociáció mértékén túlmenően a közegben oldott anyagok puffer hatásától is függ. Igy a pH értékből csak közelítő megállapítást tehetünk a közeg sav- vagy lúgszennyezettségére. A nehézségek ellenére mégis jelentősnek kell tekintenünk mind az élővilág, mind a korróziós hatások szempontjából. Villamos mérése – potenciálmérés – méréstechnikailag megoldott, viszonylag könnyen kivitelezhető és ezért elterjedt eljárás. A felszíni vízekben mérhető napi-heti ingadozásai, katasztrófálisnak tekintendő szennyvízbetöréstől eltekintve, csekély, néhány tized pH értékűek és így nem jellemzők. Szennyvízsemlegesítésnél azonban döntő fontosságú paraméter.

Redoxpotenciál: mérésének szükségessége és a mért paraméter használhatósága a nemzetközi vízügyi gyakorlatban vitatott. Az USA-ban divatos, Európában nem alkalmazzák. Nem tartozik a bírságolás alapját képező paraméterekhez. Kollektív minőségi paraméter szerepét töltheti be, és igazán talán csak a fenékiszaprothadás jelzésére, valamint galvánszennyvíz-semlegesítési technológia vezérlésére alkalmas. Sajnos sok esetben pH-függő is.

Vezetőképesség: Viszonylag könnyen, reprodukálhatóan megmérhető paraméter. Nem ideális, de a sótartalom jellemzésére szívesen alkalmazott mérték. Problémát jelent, hogy a vízügyi gyakorlatban NaCl-ban kifejezett sótartalom-egyenérték megadását kívánják, az édesvizek sószennyezése pedig igen gyakran nem ez. Igy a vezetőképesség hőmérsékletfüggése, mely sószennyezőként változó, tovább csökkenti a paraméter értékét.

Egyedi kémiai szennyezők jelenlétének mértéke rendszerint mg/dm^3, újabban $\mu g/dm^3$ ill. ng/dm^3, definícióját tekintve egyértelmű. Probléma viszont itt is felmerül, részben a rendkívül kicsiny koncentrációk mérhetőségét tekintve, részben pedig potenciometriás ionszelektív elektróddal történő mérés esetében, ahol aktivitást és nem koncentrációt mérünk, és számos esetben a szelektivitás mértéke is befolyásolja a mért komponens értékét [18].

Biológiai jellemzők: A toxicitás mértékének jellemzése ma is vita és kutatás tárgya. Egyesek szerint csak biológiai tesztekkel megoldható [37]. Ennek megfelelő törekvés egyes vízminőségmérő állomások haltesztje, vagy az élőiszap anyagcseretermékének ellenőrzése [23, 28]. Egyes kémiai szennyezők, így pl. cianidok [29], fenolok [30] nagy toxicitása miatt jelentős kutatómunka folyt és folyik egzakt kémiai meghatározásuk érdekében. A mg/dm^3-ben megadott szabad cianid, desztillálható cianid, vagy a desztillálható monofenol koncentrációértéke még nem toxicitási érték. Ez a jellegzetes (és fontos) környezetvédelmi-méréstechnikai problémák egyik prototípusa.

Érdekes még az *organoleptikus* – íz- és szagrontó – anyagok kérdése, elsősorban az ivóvíz minősítésénél. Rendkivül kicsiny koncentrációban – mely csak nagyműszeres méréstechnikával határozható meg megbízhatóan – igen nagymérvű íz- és szagrontást okozhatnak, rendszerint több komponens – pl. különböző halogénezett szénhidrogének – együttes jelenlétével. Ma még nincs olyan kollektív mérőszámuk sem, mint pl. a platinaszám a színre.

A vízminőség ma már nem jellemezhető anélkül, hogy a *szerves szennyező anyagok* valamilyen mértékkel megadott koncentrációját ne közölnék [31]. Tárgykörünk legnagyobb problémája ma talán éppen az ezzel kapcsolatos méréstechnikai nehézségek és a megfelelő mérték hiánya. Nézzük meg közelebbről ezt a tanulságos esetet.

A csaknem évszázados klasszikus mérték a BOI_5. Jelenti a szervesanyagszennyezés 5 napos *biológiai lebontásához* szükséges oxigén mennyiségét. A meghatározásra szolgáló módszer időigényes, és ipari kivitelben nem mechanizálható, ezért a módszerrel szorosan összefüggő mértékegység jelentősége ma már egyre csökken.

A pár évtizedes multú újabb mérték a KOI. Jelenti a szervesanyagtartalom *kémiai lebontásához* szükséges oxigén mennyiségét. A módszer, amely pl. káliumbikromát oxidáló szert alkalmaz, 1–2 óráig tartó, 160... ...170°C közötti forralást ír elő [5, 6, 7]. Ez már lényegesen rövidebb idő, a módszer mechanizált kémiai analizátorral kivitelezhető [32], de a mai igények mellett már ez is lassúnak tűnik. Helyette a 10–20 perces KOI teszt-et is alkalmazzák [33, 34], ha ismert a szennyezés típusa,és feltételezhető annak közelítően teljes lebomlása.

A káliumpermanganátos KOI is szabványos mérték néhány államban, de számos szennyező esetében megközelítően sem korrelál úgy a bikromátos KOI-értékkel, mint például a szabványokban nem rögzített perjodátos vagy vanadátos módszerrel kapott KOI-érték.

A probléma megoldását esetleg teljesen eltérő mérési elv adhatja, mégpedig – mivel a mérés időigénye a domináló szempont – várhatóan a *fizikai elvű mérési módszerek.* Bizonyos szennyező típusok mennyiségére az UV-abszorpció mérése, számos ásványolajtermékre, valamint papírgyári szennyvizek ligninszulfonsavjára pedig UV-gerjesztés utáni lumineszcencia mérése adhat felvilágosítást. De sokkal radikálisabb módszerek és műszerek is ismertek, amelyek a kémiai oxigénigény helyett a teljes oxigénigényt TOD, vagy a széntartalmat, a TC-t, ill. a TOC-t határozzák meg, pl. égetés után az égéstermék mennyiségét mérve. Az UV-sugárzás abszorpciójának vagy gerjesztésének a mérése kielégítheti a folyamatos ipari méréstechnikai követelményeket, az égetéses TC, ill. TOC-analizátorok viszont laboratóriumi szakaszos méréstechnikát jelentenek; rendkívül kis térfogatból (10...20 μl), akár 60 minta óránkénti sebességgel, mintaadagoló automaták alkalmazásával.

Már néhány perces KOI-módszert is leírtak [33, 35, 36], így az időtényező, mint probléma megoldódni látszik. A mértékprobléma azonban maradt. A BOI-val nem korrelált a KOI, de egy többkomponensű szennyezés esetében, ami a leggyakoribb tényhelyzet, nem korrelál sem a sugárzásintenzítás változása, sem a TC, sem a TOC, de a különböző módon meghatározott KOI-értékek között is van eltérés [31]. Itt tehát egy mérték várat magára.

A vízgazdálkodás több évtizedes tapasztalatai és meglévő adatsorai, már ami az élővizek öntisztulását, valamint a szennyvizek biológiai tisztítását illeti, BOI-értékeken és részben KOI-értékeken alapulnak. A vízminőségvédelmi bírságolási alap is KOI, bikromátos módszerrel mérve.

A fejlődés jelenlegi és várható jellegzetességei, irányzatai

Vizsgáljuk meg végül, mennyire aktuálisak és indokoltak a környezetvédelmi méréstechnika területén azok az igények, amelyeket a mérésügy legtöbb ágazatában szinte természetszerűleg támasztanak? Ezek pedig a minél pontosabb, minél érzékenyebb és minél magasabb fokon automatizált vagy mechanizált mérés, valamint az egyre nagyobbszámú paraméter meghatározása.

Az eddiginél lényegesen pontosabban mérőműszerek kidolgozását véleményünk szerint nem kell erőltetni. Kivételt képezhetnek egyes,a bírságolás alapját képező mérési eredményeket szolgáltató műszerek és módszerek.

Az egyre érzékenyebb, vagyis egyre kisebb koncentrációk meghatározására alkalmas módszerek továbbfejlesztése viszont a legfontosabb, fenntartás nélkül aktuálisnak mondható követelmény a környezetvédelmi mérések területén, kiegészítve az egyes komponensekre való specificitás, vagy szelektivitás követelményével. Ennek oka hármas:

1. az iparosítás és városiasodás hatásainak megismerésére, felmérésére, ellensúlyozására irányuló törekvés;
2. toxikus, a szervezetben felhalmozódó és le nem bomló anyagok veszélyességének fokozatos felismerése;
3. a „közterület" szennyezésének megakadályozását célzó, víz- és légtisztító berendezések létesítése és felműszerezése ipari üzemekben, különösen,ha a víz vagy levegő recirkuláltatását kell, vagy lehet megvalósítani.

A *műszeres eljárások* elterjesztése és a *mérőműszerek* automatizálására való törekvés, amely jellemzi az összes, vegyelemzéssel kapcsolatos méréstechnikai ágazatot, a környezetvédelem területén is aktuális.

Az egyre több paraméter szimultán mérésére ma már nincs általános törekvés. Példaként említjük, hogy adott vízgazdálkodási területekre vonatkozó jellemzőket a felderített és beigazolódott korrelációkra támaszkodva, ma már viszonylag kevés számú (konkréten három), de körültekintően meghatározott paraméter mérésével nyerik.

Ennek okát nemcsak takarékossági vagy dekonjunktúrális jellegű jelenségek hatásában látjuk, hanem abban, hogy megítélésünk szerint a környezetvédelem stratégiája méréstechnikai vonatkozásban három munkastílus alkalmazását fogja többé-kevésbé párhuzamosan a közeljövőben igényelni:

- *Környezetvédelmi mérőrendszerek létesítése,* mégpedig előbb szándékosan túlméretezett, kitelepített műszerparkkal. Ez indokolt mindazon területeken és mindaddig, amíg a szennyeződések típusainak, intenzításának, gyakoriságának, egymással, valamint a természeti és ipari jelenségekkel való korrelációjának alapvető kérdései nincsenek tisztázva. Később sor a kerülhetnek szerényebb műszerezésű rendszerek, amelyek a hatósági ellenőrzés céljait szolgálják a megismert tulajdonságú tartományokban. Az ilyen rendszerek egyik fontos célja lehet szennyezési hullámok által veszélyeztetett ivóvíz ellátó, vagy ipari létesitmények riasztása, légszennyezés esetén pedig a szennyező ipari üzemek leállíttatása.
- Automatikus, periodikusan vagy alkalmilag működtetett mintavevők üzemeltetése, majd a minták elemzése magas fokon műszerezett és mechanizált (automatizált) laboratóriumokban, kiegészítve megfelelő adatfeldolgozással és bizonylatolással. Az ilyen jellegű munka részletkérdések tisztázását célozhatja, de bírságolások, számonkérések alapját is képezheti.
- Indokolt végül a szennyezések potenciális kibocsátóinál (üzemeken belül és a szennyvizük kibocsátásának helyén egyaránt) egyszerű célműszerek üzemeltetése. Ezek rendeltetése nemcsak az üzem ellenőrzése a hatóság részéről, hanem a technológia fegyelmezettebb megtartásához adatok szolgáltatása és a szennyezés mértékének folyamatos ellenőrzése is.

Az általános tendenciák ismertetése után hadd kockáztassunk műszaki prognózist is.

- A tisztán fizikai – elsősorban optikai – elven alapuló módszerek elterjedése kívánatosnak és valószínűnek látszik. Ennek oka, hogy egyrészt a reagensek nélküli analizátorok általában olcsóbban, egyszerűbben és megbízhatóbban üzemeltethetők, mint a tipikusan kémiai-analitikai módszerek műszeresített változatai, másrészt a távérzékelés különböző fokozatai is könnyebben megvalósíthatók. Hadd említsük még azt a kuriózumot is, hogy az USA-ban egyik, oxigénigényt meghatározó automatikus kémiai elemző után bírságot kellett fizetni, mert higanytartalmú reagense szennyezte a vizet. A fizikai mérési elv alapján működő analizátoroknál reagens általi szennyezés nem fordul elő.
- Sok szakember szerint egyedül alkalmasak egyes kérdések tisztázására a biológiai alapon, tehát voltaképpen primitív elv alapján (kisérleti állatok, illetve növények reakcióinak nyomonkövetésével) működő – de részben műszeresített tisztaság- illetve toxicitás-meghatározó berendezések. Itt úttörő, vagy ha úgy tetszik, formabontó kutató-fejlesztő munkára lesz alkalom.
- Elengedhetetlenül szükséges előfeltétele a környezetvédelmi méréstechnika további fejlődésének,

hogy tisztázódjanak a fundamentális tudományok mindazon speciális kérdései, amelyek mind a műszerek konstrukciójánál, mind a hatósági előírások vagy ajánlások kidolgozásánál felmerülnek. Ez további fizikai, kémiai, biológiai kutatómunkát igényel.

A legfontosabb kérdés e vonatkozásban azonos az alkalmazott metrológia egyik alapvető kérdésével, amely így hangzik: milyen természettudományos összefüggésekben áll a fizikai, kémiai vagy egyéb úton meghatározott mértékszám a mérés végcéljának megfelelően felbecsülendő következményekkel, amelyek adott, esetünkben biológiai és ökológiai természetűek. Itt számos kérdés még tisztázásra vár.

IRODALOM

[1] FÜLÖP Zs.: A bölcsek köve – Műszaki Könyvkiadó Bp. 1957. 2. kiad. p.326.

[2] FODOR J.: Egészségtani kutatások a levegőt, a talajt és a vizet illetően. 1881. (SOTE Közegészségügyi Tanszék Könyvtára)

[3] WINKLER L.: A vízben feloldott oxigén meghatározása – Matematikai és Természettudományi Értesítő, 6. kötet, pp. 273 ... 285; (1887–88)

[4] WINKLER L.: A vízben feloldott oxigén meghatározása. Magyar Kémikusok Lapja XXX. évf. 2.sz. pp. 98... ...103. (1976).

[5] MSZ 260. Vízanalízis.

[6] Standard Method for the Examination of Water and Wasterwater. – American Public Healt Ass., Washington, 1971.

[7] KGST Ajánlás: Egységes Vízanalítikai módszerek, VITUKI kiadvány, Bp. 1968, 1970. ill. 1976.

[8] Természettudományi Lexikon III. kötet, p.317. Akadémiai Kiadó Bp. 1966.

[9] JACOBS, M.B.: The chemical analysis of air pollutants. – Interscience Publishers, New York, 1960.

[10] A Fővárosi Tanács 1/1962. sz. rendeleté a levegő tisztaságának biztosításáról – Fővárosi Közlöny XII.évf. 1962. nov.–dec. 11., 12. sz.

[11] 2008/971. (III.17.) számú Kormányhatározat a levegőtisztaság védelemmel kapcsolatos feladatokról. – Határozatok tára 5. sz. 1971. III. 17–19.

[12] OVH utasítás a szennyvíz és csatornabírságolással kapcsolatos helyszíni ellenőrzésről – 3/1974/V.É.2. 1974.febr.

[13] LIPTÁK, B.G.: Pollution Analysers for Air and Water-Instr. Techn. Jan. 1974. pp. 43...45.

[14] CRAIG, D.: Instrumentation for continuous monitoring of SO_2. Anal.Chem.Vol.45/1.pp.63A ... 72A.

[15] SZEREDAI, L.; BERKE B.: Technische Probleme der Messung bei der Qualitätskontrolle des Wassers – Acta IMEKO 1973, Vol. III, B–615, p. 129 ... 139.

[16] LESTER, W.F. and WOODWOURD,G.M.: Water Quality Monitoring in the United Kingdom – Wat.Pollut. Control 1972. pp. 289...298.

[17] ROBBINS, H.E.: Quality Progress, No.10.1970.

[18] SEELOS, E. und SLEVOGT, K.: Messelektroden für die Wasserwirtschaft. Wasser und Boden, 23.Jg.(1971) H.1, S.1 bis 5.

[19] SZEREDAI L; FEJES Erzsébet: Mangán analizátor a vízminőség ellenőrzésére – Automatizálás, 1976. 8.p. 30.

[20] ZIRINO, A.; HEALY, M.L.: pH-Controlled Differential Voltammetry of Certain Trace Transition Elements in Natural Waters. Environmental Sci. and Techn. Vol. 6.No.3. March 1972. pp. 243...249.

[21] BREZONIK, P.L.; BRAUNER, P.A. and STUMM, N.N.: Trace metal analysis by anodic stripping voltammetry: effect of sorption by natural and model organic compounds. – Water Research 1976.10.No.7. 605...612.

[22] MARKUSCH, H.: Erfahrungen beim Betrieb von Messstationen – Lehrgang No. 2226/07.05/1. Technische Akademia Esslingen, 1974.

[23] MALZ, F.: Methodik und Instrumentation bei der Vorfluteruntersuchung mit stationären und mobilen Kontrollsystemen Müncher Beiträge zur Abwasser – Fischerei – und Flussbiologie; Band 19, pp.284...304. – R. Oldenbourg München 1971.

[24] KLEIN. D.L.; DUNSMORE, V.A.: Instrumentation for Quality Management in the Ohio Valley ORSANCO, Cincinnati 1965.

[25] PINTÉR Gy. – Dr.LLITHERATHY P.: Folyamatos vízminőségmérő rendszerek alkalmazása a vízminőségszabályozásban. – Hidrológiai Közlöny 55.évf. 7. pp. 281...290. (1975)

[26] HINGE: Automated Water Quality Monitoring System of River Lee – Water Research Center Conference: , „Instruments and control systems for the water industry" 15–17 Sept. 1975.

[27] ANDOR Gy.; ROHÁLY M.; VÖRÖS G.: Acta IMEKO 1973. Vol. III. B–617.

[28] GRAEFEN, H. und Malz,F.: Automatische Mess- und Kontrolleinrichtungen zur Überwachung der Flusswasserqualität und Abwasser-reinigung – GWF, 111. Jg. (1970), S.199 bis 205.

[29] MARIANEK, H.: Der Einfluss von Störionen auf die Messung von Vyaniden in Standentgiftungsanlagen – Galvano Technik No.10. pp.938 ... 941. (1972)

[30] VODZINSZKIJ, Ju.V.; BUDILINA, F.V.; KORSUNOV, J.A.: Opredelenie fenolov v sztokah volt-amperometricseszkim metodom. – Gidroliznaja Leszohimicseszkaja Promüslennoszt. 1974. 1. pp. 7...9.

[31] BUSSE, H.J.: Instrumentelle Bestimmung der organischen Stoffe in Wässern – Z.f. Wasser- und Abwasser-Forschung, 8. Jg., No.6. 75.pp. 164...176.

[32] ADELMAN, H.H.: Simplified aut. COD: Advances procedures Technicon 111. (Interim Report) 1966.

[33] LEITHE, W.: Ein beschleunigtes Verfahren zur Bestimmung des CSB in Wässern mit $K_2Cr_2O_7$. – Österr. Abwasser Rdsch. 1970. pp. 25 ... 28.

[34] JOHNSON, P.: Autimatikus KOI mérés. Mérés és Automatika XIX. évf. 1.sz. p.17. (1971)

[35] JERIS, J.S.: A rapid COD test. – Wat. waster Eng. 1967. May p. 89 ... 91.

[36] PITT, W.W., KATZ, S., THÄHER, L.M.: Water – AIChE Symposium Series Vol. 69. No.129. pp.1...5. (1973)

[37] LESCHBER, R.: Galvanotechnik, 60. pp. 368...374, 1969.

Széntüzelésű erőművek környezetvédelmi költségei

Néhány adat a széntüzelésű erőművek környezetvédelmi berendezéseinek költségeiről: a kéményből távozó szilárd szennyező részecskék 99%-ának eltávolítása 50%-kal kerül többe, mint amekkora a szennyezők 95%-ának eltávolitásának költsége.

A kis kéntartalmú szén használata esetén a szennyező részecskék eltávolításának költségei 10 $-ra nőnek, mivel ebben az esetben több drága porleválasztó berendezés felszerelése szükséges.

(Electrical World, 1976. máj.)





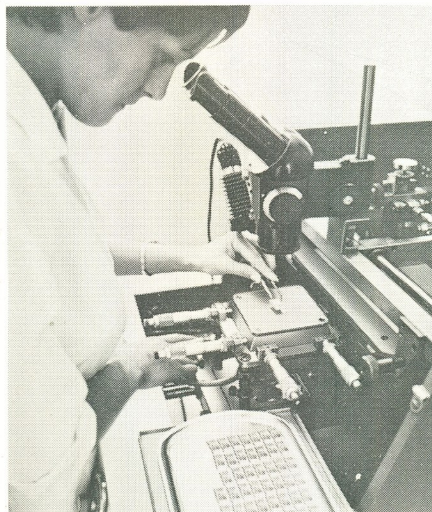
TERVEZŐ KAPACITÁST TAKARÍT MEG INTEGRÁLT ÁRAMKÖRÖKKEL

A műszeripari és híradástechnikai berendezések igényesebb részeinél gyakran van szükség azonos tulajdonságú ellenállásokra. Ilyen esetekben és közös ponthoz csatlakozó több ellenállás beépítésénél nagyon előnyös a vékonyréteg, vagy a vastagréteg ellenálláshálózatok alkalmazása.

A szigetelőalapú integrált áramkörök tervezése és kísérleti gyártása az esetek túlnyomó többségében a felhasználó igénye szerint történik.

Az Intézet áramkör-technológus szakembereivel konzultálva optimálisan tervezett nagy bonyolultságú, gyors átfutási idővel előállítható és kis darabszám esetén is viszonylag olcsó áramkörhöz jut a berendezésépítő.





Komplex-hibrid integrált áramköreink alkalmazása a felhasználók sok problémáját megoldja, mert rugalmasan lehet a különböző technológiai eljárásokat egymással összekapcsolni, optimális megoldást alkalmazni. A mikroelektronika fő eredménye, a komplex hibrid integrált áramkör, elsősorban akkor alkalmazandó, ha

- fontos a kis méret,
- százezer darab alatti az igényelt mennyiség,
- igen jó minőségű diszkrét alkatrészeket kellene alkalmazni,
- a funkcionális egységen belül jelentős a hőmérsékleti együttfutás,
- követelmény az egyszerű szervizelés.

Az elektronikus készülékek fejlesztésével foglalkozó szakemberek egyre nagyobb érdeklődést mutatnak a kiváló tulajdonságokkal rendelkező hibrid integrált áramkörök iránt, amelyek a megrendelő és gyártó közös tervező munkája alapján műszakilag a legjobb és egyben a leggazdaságosabb megoldást nyújtják. A tervezéssel kapcsolatos együttműködést megalapozza az erre a célra kibocsátott űrlap: a felhasználó igénye szerinti áramkör adatlapja.

Mikroelektronikai alkatrészek megrendelésével forduljon a

HÍRADÁSTECHNIKAI IPARI KUTATÓ INTÉZET

Műszaki Kereskedelmi Osztályához

1393. Budapest, Pf: 348